This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

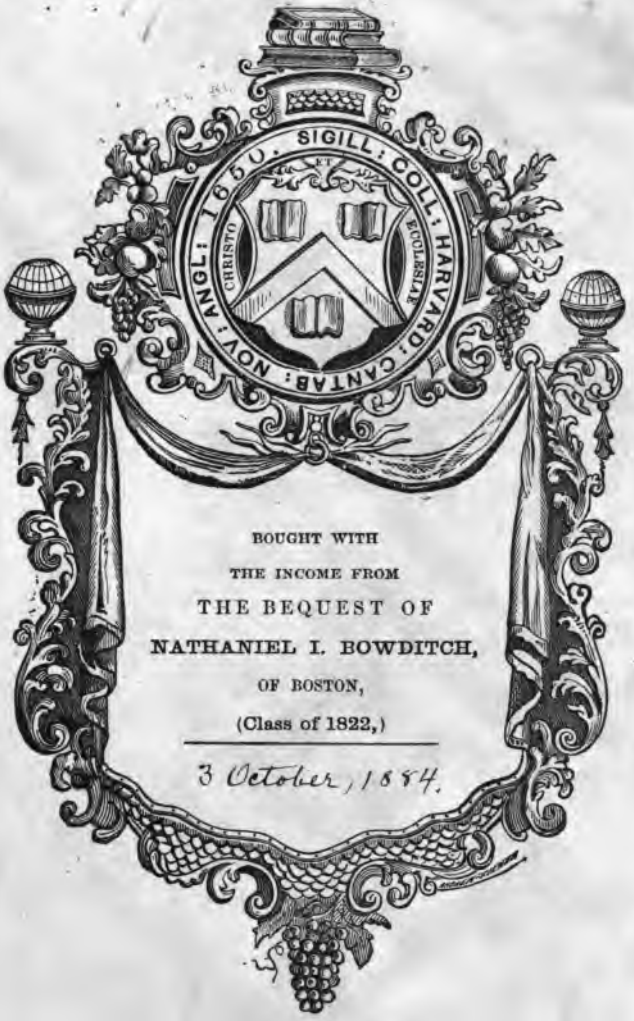
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

HDI
HW 2KHN A

KE 31849



BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
NATHANIEL I. BOWDITCH,
OF BOSTON,
(Class of 1822,)

3 October, 1884.

MÉMOIRE

SUR

LES TEMPÉRATURES

DE LA MER GLACIALE,

A LA SURFACE, A DE GRANDES PROFONDEURS,

ET DANS LE VOISINAGE DES GLACIERS DU SPITZBERG.

Charles (Frédéric)

PAR CH. MARTINS,

MEMBRE DE LA COMMISSION SCIENTIFIQUE DU NORD.

(Extrait des Voyages en Scandinavie, en Laponie et au Spitzberg de la Corvette *la Recherche*. — Géographie physique, t. II, p. 279.)

PARIS,

TYPOGRAPHIE DE FIRMIN DIDOT FRÈRES,

RUE JACOB, 56.

1848.

KE 31849
~~PhG2208.48~~
OCT 3 1884
Bowditch fund.
HARVARD UNIVERSITY LIBRARY

MÉMOIRE

SUR LES TEMPÉRATURES DE LA MER GLACIALE

A LA SURFACE, A DE GRANDES PROFONDEURS,

ET DANS LE VOISINAGE DES GLACIERS DU SPITZBERG.

PAR CH. MARTINS.

Dans ses deux voyages au Spitzberg, *la Recherche* traversa quatre fois cette partie de la mer Glaciale qui sépare l'extrémité septentrionale de la Norvége des côtes occidentales du Spitzberg. L'espace sillonné par la corvette s'étend, en longitude, de 4° 53′ à 21° 26′ Est de Paris; il a donc 16° 30′ ou 627 kilomètres de large dans le sens des parallèles. En latitude, le parcours total du navire comprend neuf degrés ou 990 kilomètres, savoir, de 70° 40′ à 79° 34′. Ces quatre voyages ont été effectués au milieu de l'été. En 1838, la corvette quitta la Norvége le 15 juillet, et y revint le 12 août. L'année suivante, elle sortit du port de Hammerfest le 17 juillet, et y rentra le 22 août. Pendant ces deux mois, l'étude de la température de cette

mer à la surface, au large, près des côtes, à de grandes profondeurs et dans le voisinage des glaciers, nous occupa constamment, M. Bravais et moi. J'ai réuni dans ce mémoire les principaux résultats que nous avons obtenus.

I. TEMPÉRATURE DE LA MER A LA SURFACE.

Pendant le premier voyage, les chefs de timonerie notaient cette température toutes les deux heures; pendant le second, toutes les trois heures [1]. L'instrument employé était le *thermomètre plongeur de Bunten*, appareil où le thermomètre est enveloppé d'un tube de verre muni inférieurement d'une soupape qui s'ouvre de bas en haut [2]. Après l'avoir plongé à plusieurs reprises dans la mer, on le ramène à bord, environné par l'eau même dont on veut connaître la température.

Afin de ne réunir que des chiffres comparables entre eux, j'ai divisé l'espace parcouru par *la Recherche* en trois zones parallèles à l'équateur, embrassant chacune trois degrés latitudinaux. Le tableau suivant présente les moyennes des températures de l'air et de la mer, que j'ai déduites des 316 observations isolées.

[1] Voyez les observations originales : *Voyages au Spitzberg de la corvette la Recherche*. Météorologie, t. I, p. 37 à 51, et 86 à 95.

[2] La description et la figure de cet instrument se trouvent *ibid.*, t. I, p. 15.

TABLEAU DES TEMPÉRATURES MOYENNES DE L'AIR ET DE LA MER GLACIALE A LA SURFACE.

ZONES LATITUDINALES.	AIR.	MER.	DIFFÉRENCE.
	°	°	°
De 70° 40' à 74°.....	5,93	5,34	0,59
De 74° à 77°.....	2,72	3,94	—1,22
De 77° à 79° 34'.....	3,09	2,68	0,41
Moyennes.....	3,91	3,99	—0,22

Le maximum observé à la surface de la mer a été de 7°,3; l'air étant à 5°,3.

Le minimum, 0°,0; l'air étant à 2°,2.

La troisième colonne de ce tableau met très-bien en évidence le décroissement de la température de la surface à mesure qu'on s'approche du pôle; celui de l'air est moins régulier. On peut encore déduire de ce tableau les conséquences suivantes:

1° Au milieu de l'été, la température de la mer Glaciale est sensiblement égale à celle de l'air.

2° Toutefois en moyenne celle de la mer est un peu plus élevée, ce qui tient à l'influence du *Gulfstream*, courant d'eau chaude dont la source est dans le golfe du Mexique, et qui va se perdre sur les côtes occidentales de la Norvége et du Spitzberg.

3° Cette influence est surtout très-marquée entre le 74e et le 77e degré de latitude, c'est-à-dire, en pleine mer. La température de l'eau y est notablement supérieure à celle de l'air. C'est pour ainsi dire l'état normal de la mer Glaciale.

4° Dans le voisinage des terres, les températures moyennes de la mer et de l'air tendent à se rapprocher: cependant l'air est toujours un peu plus chaud. Ce rapprochement tient à deux causes différentes. Sur les côtes du Spitzberg, la mer est refroidie [1]; mais sa température s'abaisse seulement un peu au-dessous de celle de l'air. Sur celles de la Norvége, la mer est réchauffée; mais l'atmosphère l'est un peu davantage.

5° Les observations originales prouvent encore que les différences entre le minimum et le maximum de *chaque jour* sont très-faibles en pleine mer. Du 74e au 77e degré de latitude, cette différence *moyenne* a été de 1°,96 pour la surface de la mer, et de 2°,02 pour l'air.

6° L'écart maximum observé a été pour la mer de 4°,5; pour l'air, de 3°,7. L'écart minimum a été de 0°,5 pour la mer, et de 0°,8 pour l'air.

Ces chiffres n'ont rien d'extraordinaire, si l'on se rappelle qu'en pleine mer la température change peu, et qu'à ces hautes latitudes et dans cette saison le soleil reste toujours sur l'horizon.

Influence des côtes du Spitzberg sur la température de la surface de la mer. — Dans les derniers jours de juillet 1839, la corvette courait des bordées sur la côte occidentale du Spitzberg pour s'élever à la hauteur de Magdalena-Bay, où elle cherchait un mouillage. Nous résolûmes, M. Pottier et moi, de profiter

[1] Voyez plus bas, p. 284.

de cette circonstance pour étudier l'influence de ces côtes sur la température de la mer. Nous notâmes d'heure en heure les indications du thermomètre plongeur, pendant que nous nous rapprochions de la côte dans la bordée de terre, et que nous nous en écartions dans la bordée du large. Ces séries de températures, prises pendant cinq jours, me paraissent devoir mettre en évidence l'influence générale de cette terre sur la température de la mer, et éliminer complétement les anomalies locales dues à des hauts-fonds, des écueils, des courants partiels et des remous. Dans toutes les bordées de terre, les deux dernières exceptées, la corvette ne s'est jamais approchée à plus de 26 kilomètres de la côte. Celles du large l'en éloignaient souvent à plus de 80.

Le tableau I contient les détails de nos observations. Il montre que la température baissait chaque fois que la bordée de terre nous ramenait vers la côte, et qu'elle montait au contraire à mesure que la bordée du large nous en éloignait. Pour mettre cette influence hors de doute, j'ai rapproché, dans un petit tableau résumé, les températures moyennes prises à des distances de la côte toujours croissantes. Le résultat ne saurait être altéré par la différence de latitude, car la corvette a louvoyé entre 76° 47′ et 79° 28′, ce qui donne une différence de 2° 41′ seulement. D'ailleurs, le tableau I prouve que la surface de la mer était plus froide, à égale distance de la côte, sous le 77^{e} que sous le 79^{e} degré.

ACCROISSEMENT DE LA TEMPÉRATURE DE LA MER A SA SURFACE, A MESURE QU'ON S'ÉLOIGNE DE LA CÔTE DU SPITZBERG.

A moins de 40 kilomètres de la côte.....1°,70
Entre 40 et 60 kilomètres.....2, 66
Entre 60 et 80 kilomètres.....3, 75

Cet abaissement de la température est-il dû à l'influence de la terre? Je ne le pense pas. Les côtes du Spitzberg sont accores; or il paraît démontré que ce sont les plages basses et les hauts-fonds qui tendent plus spécialement à refroidir la couche d'eau qui les recouvre[1]; mais il ne faut pas oublier que toutes les baies, tous les fiords qui découpent cette île, sont bordés de glaciers immenses, dont l'extrémité s'avance sur la mer. A la marée haute, l'eau baigne et fond leur partie inférieure. A la marée basse, des portions considérables de ces glaciers s'écroulent, et deux fois par jour le jusant entraîne au large des légions de glaces flottantes. Pour donner une idée de la grandeur de ces glaciers, je me contenterai de rappeler que les sept glaciers (*seven ice hills* des navigateurs anglais) que nous avons longés le 31 juillet 1839, ont chacun 2 kilomètres de long sur 60 mètres de haut. Le glacier de Hornsound au Sud de l'île, vu

[1] Arago, Instructions relatives au voyage de circumnavigation de *la Bonite*. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. I, p. 402. — 23 novembre 1835.)

par Scoresby [1], occupe le long de la côte un espace de 20 kilomètres, et sa hauteur est de 120 mètres. Au nord du Spitzberg, dans le détroit de Waygatz, par 79° 40′, le lieutenant Foster a relevé un glacier qui mesurait 16,6 kilomètres le long de la côte. Sa hauteur était de 45 mètres [2]. Je pense donc que c'est principalement la fusion de ces glaciers qui abaisse la température de la mer.

Je le crois d'autant plus, que la science nous fournit une autre démonstration empruntée à des expériences d'un ordre complétement différent : je veux parler des recherches sur la pesanteur spécifique de l'eau salée dans les mers arctiques. Le docteur Marcet, auquel on doit un grand travail [3] sur ce sujet, avait remarqué que l'eau prise à la surface des mers arctiques, lorsqu'elles sont couvertes de glaces flottantes, est spécifiquement beaucoup plus légère que celle du fond, à cause de son mélange avec l'eau douce, résultant de la fusion de ces masses de glace. Or, il est impossible de supposer qu'une fusion assez considérable pour altérer la densité de l'eau salée, n'abaisse pas notablement la température de la mer. En effet, les $\frac{7}{8^{es}}$ d'une glace flottante étant

[1] *Account of the arctic regions*, t. I, p. 102.

[2] Parry's *Attempt to reach the north pole*, p. 133; et la carte intitulée *A survey of the principal points on the northern coast of Spitzbergen.*

[3] On the specific gravity and temperature of sea-water in different parts of the Ocean. (*Philosophical Transactions* for 1819, p. 162.)

immergés, c'est presque uniquement à l'eau ambiante qu'elle emprunte les 79 degrés de chaleur latente qui la font passer de l'état solide à l'état liquide. Le mélange d'eau douce et d'eau salée qui en résulte étant spécifiquement plus léger que l'eau salée des couches inférieures, tend à se maintenir en haut, et à déprimer la température de la surface. Ces résultats sont la conséquence immédiate du tableau de M. Marcet[1], que je mets sous les yeux du lecteur.

PESANTEURS SPÉCIFIQUES DE L'EAU SALÉE A LA SURFACE ET A DIVERSES PROFONDEURS, LORSQUE LA MER EST COUVERTE DE GLACES FLOTTANTES.

DATES.	LATITUDE.	LONGITUDE.	PESANTEURS SPÉCIFIQUES.		
13 juillet 1818...	80° 26' N.	8° 55' E.	1022,55 1027,14	surface... à 427m...	Franklin.
12 août 1818....	75 54	67 52 O.	1022,70 1025,90	surface... à 144m...	Ross.
21 août 1818....	76 32	78 66	1024,05 1026,22	surface... à 144m...	Ross.

Ainsi, comme on le voit, l'eau de mer à la surface avait une densité moyenne de 1023,10; à 144 mètres de profondeur, cette densité était de 1026,06, et à 427 mètres de 1027,14.

Il est une autre influence moins directe et moins constante qui doit s'ajouter souvent à celle des glaces

[1] *Philosophical Transactions* for 1819, p. 169.

flottantes, pour abaisser la température de la mer près des côtes du Spitzberg. Dans cette île, toutes les vallées sont occupées par des glaciers, le reste par des champs de neige; les sommets les plus aigus en sont seuls dépouillés. L'air qui passe sur cette terre glacée doit donc nécessairement se refroidir à son contact, et abaisser la température plus élevée des eaux du *Gulfstream*, qui longent la côte occidentale de l'île.

Cet abaissement de la température de la mer des côtes du Spitzberg favorise singulièrement la formation de la banquise de glace qui l'entoure chaque hiver, et qui, au delà du 80e degré de latitude, l'assiége même en été. On conçoit que la mer se gèle d'abord sur les côtes, et que la banquise s'appuie sur elles pour s'avancer en pleine mer. Le refroidissement s'opérant par la surface, c'est aussi à la surface que la congélation commence; il ne saurait donc se former de glace de fond (*grundeis*) sur les côtes du Spitzberg. Ces assertions sont confirmées par les sondes thermométriques que Scoresby a faites au printemps, et dans lesquelles il a toujours trouvé que la température de la surface [1] était plus froide que celle du fond.

Influence des côtes de Norvége sur la température de la mer à la surface. — Pour achever de mettre hors de doute l'influence réfrigérante des glaciers du Spitzberg, j'ai étudié la marche de la température de la mer chaque

[1] Voyez plus bas, p. 306.

fois que *la Recherche* s'est approchée de l'extrémité septentrionale de la Norvége pour entrer dans le port de Hammerfest. La côte est accore comme celle du Spitzberg; mais les glaciers ne descendent pas jusqu'à la mer. Dans cinq atterrages, au lieu d'une diminution de la température, j'ai constaté un accroissement faible, quoique réel. Une fois cependant il a été nul; mais il a été très-marqué dans l'atterrage du 28 juin 1840[1]. Par 70° 33 de latitude Nord, et à 760 kilomètres de la côte, la température moyenne diurne de la mer à la surface fut de 4°,0. Le 1^er^ juillet, par 69° 52′ de latitude, et à 494 kilomètres de la côte, elle s'élève à 7°,5; le 3 juillet, par 70° 11′, et à 266 kilomètres, elle est de 8°,3; enfin, le 7, par 70° 59′, et à 76 kilomètres de la côte, je la trouve de 8°,5. Dans le fiord même de Hammerfest, elle se maintint au même degré pendant toute la journée du 8 juillet. Les cinq autres atterrages ne donnent pas, à beaucoup près, des accroissements aussi évidents que celui-ci; aussi n'oserais-je affirmer que la température de la mer augmente toujours lorsqu'on s'approche des côtes de la Norvége[2]. Mais il est évident qu'elles n'ont

[1] *Voyages en Scandinavie et au Spitzberg de la corvette la Recherche.* Météorologie, t. I, p. 143 à 146.

[2] Péron avait aussi conclu de ses expériences sur les côtes de la Nouvelle-Hollande, jointes à celles que Marsigli et de Saussure avaient faites dans la Méditerranée, et Donati dans le golfe Adriatique, que la température de la mer était plus élevée dans le voisinage des côtes qu'en pleine mer. Ces résultats ont été confirmés par M. Aimé, dans ses expériences sur la côte d'Alger. (Voy. Précis

pas l'influence réfrigérante de celles du Spitzberg. Le *Gulfstream* baignant également les unes et les autres, je suis en droit d'affirmer que l'abaissement progressif qu'on observe dans la température de la mer chaque fois qu'on s'approche de la côte du Spitzberg, tient aux nombreux glaciers qui forment, pour ainsi dire, autour de cette île une ceinture continue.

II. TEMPÉRATURES DE LA MER A DE GRANDES PROFONDEURS.

§ Ier. SONDES THERMOMÉTRIQUES FAITES A BORD DE LA RECHERCHE.

Dans les quatre traversées de la Norvége au Spitzberg, je profitai avec empressement de tous les instants de calme pour faire des sondes thermométriques à de grandes profondeurs. Comparées à celles de mes prédécesseurs, ces expériences offraient plus d'un intérêt : d'abord la connaissance de ces températures elles-mêmes, mesurées avec des instruments plus parfaits et complétement garantis de la pression ; secondement, la comparaison de ces températures observées pendant les mois de juillet et d'août, avec celles que Parry et Scoresby avaient trouvées pendant ceux d'avril, de mai et de juin ; enfin, la vérification du résultat singulier de Scoresby, qui, précisément dans

d'un mémoire sur la température de la mer, soit à la surface, soit à diverses profondeurs. (*Annales du Muséum*, t. III, p. 131, et *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. XIX, p. 481. — 1844.)

ces mêmes parages, avait constamment trouvé que la température *croissait* avec la profondeur; anomalie que lui-même [1], puis madame Sommerville [2], M. Munck [3], et après eux la plupart des auteurs de traités de physique ou de météorologie, ont admise comme règle générale au delà du 70e degré de latitude boréale.

Instrumens employés. — Les instruments dont nous avons fait usage, M. Bravais et moi, sont les thermomètres à déversement de M. Walferdin [4] et le thermo-

[1] *Account of the arctic regions*, t. I, p. 209; et *Journal of a voyage to the northern Whale-Fishery*, p. 238.

[2] *De la connexion des sciences physiques*, p. 297.

[3] Gehler's *Neues physikalisches Woerterbuch*, t. VI, p. 1685.

[4] Ces thermomètres n'étant pas aussi connus qu'ils méritent de l'être, je joins ici leur description sommaire. Imaginez un thermomètre ordinaire, mais dont le tube communique avec le réservoir au moyen d'une pointe conique, terminée par un orifice étroit. Ce réservoir est presque entièrement rempli de mercure, mais sa partie supérieure et la tige contiennent de l'alcool. Voici comme on procède à l'expérience : On enfouit l'instrument dans la neige ou la glace fondante pendant une demi-heure environ; puis, lorsque l'instrument est à la température de la glace fondante, on le retire brusquement et on le renverse, en tenant la cuvette dans la main; alors le mercure s'injecte dans la tige à la température de zéro, et on le fait monter bien au delà du degré présumé que l'on veut mesurer; puis on redresse l'instrument. Si maintenant on plonge ce thermomètre dans une mer dont la température diminue avec la profondeur, le mercure et l'alcool de la cuvette, en se contractant, permettent au mercure de la tige de se déverser goutte à goutte dans la cuvette; mais dès que la température est stationnaire, le déversement cesse : du moment qu'elle s'élève (ce qui arrive quand on retire le thermomètre du fond de la mer pour le ramener à la surface), la colonne

métrographe de Six, modifié par M. Bunten [1]. Les thermomètres à déversement, construits sous la direction de M. Walferdin lui-même, étaient tous enfermés dans des tubes de cristal où l'air avait été raréfié autant que possible, et dont les extrémités étaient scellées à la lampe d'émailleur. Leur cuvette se trouvait par conséquent complétement garantie de la pression de la colonne liquide, lorsqu'on les plongeait dans la mer. La tige, soigneusement calibrée, portait une échelle arbitraire gravée à l'acide fluorique, dont la valeur avait été déterminée avant le départ; car je les avais gradués avec M. Walferdin, en les comparant, à plusieurs reprises et à des températures variées, avec des thermomètres étalons. Voici les valeurs que nous avions trouvées pour les divisions de ces différents instruments :

N° 1	$1^d = 0^\circ,079$	ou	$1^\circ = 12^d,70$
N° 2	$1^d = 0^\circ,138$	ou	$1^\circ = 7^d,25$
N° 3	$1^d = 0^\circ,116$	ou	$1^\circ = 8^d,61$
N° 4	$1^d = 0^\circ,121$	ou	$1^\circ = 8^d,26$
N° 5	$1^d = 0^\circ,116$	ou	$1^\circ = 8^d,61$

L'échelle de ces thermomètres était, comme on le

mercurielle, diminuée de la quantité que l'abaissement de la température a fait rentrer dans la cuvette, remonte dans la tige, et y reste suspendue dans l'alcool. L'observateur n'a plus qu'à estimer en divisions la longueur de cette colonne mercurielle, et à les traduire en degrés. Voy. la figure de ce thermomètre dans les *Éléments de physique* de M. Pouillet, fig. 369.

[1] Voy. Pouillet, *Éléments de physique*, t. II, p. 509, et fig. 372.

voit, assez grande, puisqu'elle correspond en moyenne à près de neuf divisions pour un degré centigrade.

Concurremment avec les thermomètres à minima de M. Walferdin, nous avons fait usage de cinq thermométrographes de Bunten, dont j'ai eu soin de vérifier souvent le zéro. Toutefois, j'accorde une confiance infiniment moindre aux indications de ces thermométrographes qu'à celles des instruments à déversement, quoique, dans toutes les expériences, j'aie été assez heureux pour éviter les chocs qui produisent le déplacement des index au moment où le thermométrographe est retiré de l'eau.

Nous avons toujours employé simultanément plusieurs instruments, et cette précaution me paraît essentielle pour obtenir des résultats dignes de confiance. En effet, l'accord de ces instruments dans leurs indications est une garantie de leur exactitude, tandis que le témoignage d'un thermomètre isolé revenant du fond de la mer ne peut point être contrôlé. Cette remarque est d'autant plus essentielle, que, dans les premières expériences, j'ai trouvé que deux de ces instruments, l'un à déversement et l'autre à index, marquaient quelquefois un degré fort différent de la moyenne de tous les autres réunis, sans que rien dans leur construction ne trahît la cause de cette marche irrégulière et capricieuse. Or, je suppose qu'un observateur employât un thermomètre de ce genre pendant toute une campagne, il en résultera que la plupart ou même la totalité de ses expériences seront entachées d'erreur. L'emploi de plusieurs instruments

échelonnés à un mètre d'intervalle, le long d'une ligne de sonde, a encore un autre avantage : c'est de nous fournir quelques indications sur l'uniformité de température de la couche liquide dans laquelle ils sont plongés.

Mode d'expérimentation. — Voici maintenant quelques détails sur les expériences en elles-mêmes, et la manière dont elles ont été conduites.

Ces expériences sont au nombre de seize. Deux ont été faites en juillet 1839 dans la baie de Hammerfest, le port le plus septentrional de la Norvége, et les autres pendant les traversées de Hammerfest au Spitzberg, en juillet 1838, et juillet et août 1839. Des sondes thermométriques exécutées en pleine mer, dix ont été favorisées par un calme plat ; quatre fois seulement on a été obligé de mettre en panne, savoir, pour les expériences n^{os} 4, 6, 7 et 15 du tableau IV.

Dans les quatre voyages, j'avais emporté de Hammerfest ou du Spitzberg un tonneau rempli de neige, et renfermé dans deux autres barriques, dont il était séparé par une couche de charbon. Ce tonneau, percé inférieurement, se fermait au moyen de trois couvercles; il avait été placé dans la chaloupe, et recouvert de plusieurs toiles à voiles. La neige ne nous a donc jamais manqué pour charger à zéro les thermomètres à déversement de M. Walferdin. Dans les deux voyages de Hammerfest au Spitzberg, nous mettions ces thermomètres à minima pendant une heure dans une gouttière de fer-blanc trouée, remplie de neige; puis lorsqu'ils étaient à la température de

zéro, nous injections les tiges de mercure, et nous les descendions dans la mer. Pendant le retour en 1839, où la plupart des expériences eurent lieu, les minima étaient à demeure dans le tonneau de neige, et toujours à la température de la neige fondante; car celle de l'air a été constamment supérieure à zéro, comme le prouvent les registres météorologiques du bord[1]. Je pouvais donc profiter du premier instant de calme, et mettre immédiatement ces thermomètres à la mer. Ces minima, garantis de la pression par des tubes de verre scellés à la lampe, étaient protégés pendant l'immersion par des étuis de fer-blanc percés de trous, et amarrés à la ligne de sonde.

Quant aux thermométrographes de Bunten, deux étaient enfermés dans un fort tube en cuivre, qui est presque toujours revenu plein d'eau; les autres n'avaient d'autre enveloppe qu'un étui en verre percé par le bas.

Les températures que j'avais à déterminer étant très-voisines de zéro, je me suis contenté de plonger souvent les thermométrographes dans la glace fondante, sans m'assurer de l'exactitude de leur échelle, qui, construite avec soin par Bunten, ne pouvait être fausse dans un parcours de quelques degrés au-dessus et au-dessous de zéro, au point d'influer sur mes résultats moyens.

Le tableau II présente l'ensemble des vérifications du zéro, et montre que dans tous ces instruments,

[1] Voy. *Voyages en Scandinavie et au Spitzberg de la corvette* la Recherche. — Météorologie, t. I, p. 37 à 51, et 86 à 95.

le thermométrographe B excepté, le déplacement n'a pas dépassé quelques dixièmes de degré. Plusieurs fois cette vérification a été faite immédiatement avant et après l'expérience. Jamais je n'ai descendu ces instruments dans la mer sans les chauffer un peu avec la main, pour les élever à une température de 5° environ; je m'assurais aussi si les index étaient en contact, et je remarquais le point où ils se trouvaient avant l'immersion. Lorsqu'on retirait les thermométrographes du fond de la mer, je faisais *tenir bon* au moment où ils apparaissaient à la surface; et le chef de timonerie de *la Recherche,* M. Pottier, les halait lui-même, main sur main, jusque sur la dunette. Aussi puis-je affirmer qu'une seule fois l'un d'eux a reçu une légère secousse.

Un plomb de sonde, du poids de 20 kilogrammes, terminait la ligne qui portait les thermomètres. Il était muni d'un suif, et nous avons pu constater chaque fois que le plomb avait touché le fond. Le chef de timonerie de *la Recherche,* M. Pottier, sans le zèle et l'intelligence duquel ces expériences me fussent devenues presque impossibles lorsque j'étais seul, avait une grande habileté pour sentir lorsque le plomb touchait le fond. Le fait suivant peut en donner une idée: Dans la troisième expérience, par une profondeur de 240 mètres, pendant que les instruments étaient à la mer, il souleva la ligne, et m'annonça qu'ils traînaient au fond; on les retira, et lorsqu'ils arrivèrent sur le pont, le tube de cuivre qui renfermait les thermométrographes offrait des stries longitudinales et

un débris de polypier flexible était engagé dans un de ses anneaux.

J'ai toujours tenu compte de l'inclinaison de la ligne d'après une table de réduction des routes (table B), insérée dans le *Cours de Navigation* de M. Guepratte. Je n'ignore pas que les profondeurs ainsi déduites ne sont qu'approximatives : cependant je dois ajouter que dans un cas la sonde d'Erickson, instrument qui fait connaître la pression maximum à laquelle il a été soumis, confirma pleinement l'exactitude du résultat ainsi modifié par le calcul. Ayant d'ailleurs pris soin d'envoyer constamment plusieurs instruments au fond de la mer, je puis assurer que c'est toujours la température de la couche d'eau la plus inférieure que les instruments ont accusée. Lorsqu'ils étaient revenus à la surface, je les lisais deux fois chacun, et M. Pottier vérifiait les lectures.

Correction pour l'effet de la pression sur les thermométrographes.—Deux des thermométrographes étaient renfermés dans un tube en cuivre vissé avec soin; mais celui-ci revenait presque toujours plein d'eau du fond de la mer. Quand l'étui est revenu vide, j'ai considéré les instruments comme garantis de la pression de la colonne liquide; dans le cas contraire, je les ai assimilés aux trois autres qui n'étaient nullement protégés. Je dus donc chercher un moyen de corriger leurs indications des effets dus à la pression. Mes expériences me le fournissaient : en effet, dans vingt-trois cas, j'avais envoyé simultanément, à des profondeurs variant de 80 à 870 mètres, des thermomètres à minima

entubés, et un ou plusieurs thermométrographes nus. J'ai donc pris la différence entre les indications moyennes des minima entubés, et celles de chacun des thermométrographes nus. J'ai diminué chacune de ces différences de 0°,1, quantité égale à la poussée de l'index; et, en supposant l'effet de la pression proportionnel à la profondeur, j'ai trouvé que cet effet était de 0°,13 pour 100 mètres [1]. J'ai corrigé de cette manière les indications des thermométrographes non garantis de la pression, et leurs indications ainsi modifiées s'accordent souvent très-bien avec celles des minima entubés. Toutefois elles ne méritent pas une aussi grande confiance que celles de ces derniers; car en pleine mer on n'est jamais assuré, comme nous l'avons vu, que les thermométrographes conservent une position verticale pendant tout le temps de leur immersion. Il en résulte que les index se déplacent, par suite de chocs ou de secousses que reçoit l'instrument. De là les différences quelquefois assez notables qui existent entre les effets de pression *calculés* et ceux que j'ai observés dans plusieurs sondes faites à une même profondeur, et dans celles qui atteignent des profondeurs variées. Ainsi cette différence, qui n'est que de 0°,15 dans une des sondes par 390 mètres [1], s'élève à 0°,30 et 0°,55 dans les deux autres. Complétement négligeable par 730 mètres, puisqu'elle n'est que de 0°,02, elle s'élève à 0°,55 et 0°,70 par 641 mètres, et à 0°,58 par 870 mètres.

[1] Voyez la 6e colonne du tableau III.

Ces anomalies proviennent de déplacements de l'index, qui sont dus à d'autres causes que les changements de température; et la variabilité même des différences entre les effets de pression observés et calculés est l'expression de l'action capricieuse de ces causes sur les indications du thermométrographe.

Si l'on jette un coup d'œil sur la 9^{e} colonne du tableau IV, qui offre le résumé des résultats fournis dans les sondes thermométriques par les instruments à déversement, garantis de la pression, on arrive aux conséquences suivantes :

Résultats des sondes thermométriques à de grandes profondeurs, obtenus avec les thermomètres à déversement. — 1° Entre 70° 40′ et 79° 33′ de latitude nord et de 7° à 21° 15′ de longitude orientale de Paris, les températures de la mer Glaciale décroissent avec la profondeur pendant les mois de juillet et d'août.

2° Ces températures sont toujours supérieures à zéro, au moins jusqu'à la profondeur de 870 mètres, la plus grande qui ait été atteinte dans ces expériences.

3° En comparant la température de la surface à celle du fond, on trouve que le décroissement moyen est de 0°,69 pour 100 mètres [1].

[1] Dans la mer Glaciale, on peut prendre pour point de départ la température de la surface, à cause de la faible amplitude (0°,23) que présente la variation diurne de cette température.

Dans le calcul du décroissement moyen, j'ai éliminé la sonde n° 3, où la température superficielle a été tout à fait anormale. Voici les nombres obtenus par les autres; on voit que l'accord

4° Ce décroissement est uniforme. En effet, dans les sept sondes où la profondeur est moindre que 350 mètres et en moyenne de 191 mètres, le décroissement est de 0°,71 pour 100 mètres. Il est de 0°,68 dans les huit autres sondes, où la profondeur moyenne est de 578 mètres. Cette différence insignifiante de 0°,03 prouve l'uniformité du décroissement.

5° En prenant pour point de départ les températures intermédiaires entre la surface et le fond dans les expériences n° 2, 8, 12 et 13 du tableau IV, je trouve pour le décroissement moyen, dans les couches comprises entre 100 et 500 mètres de profondeur, 0°,66; résultat qui confirme les précédents.

6° En résumé, dans les mers du Spitzberg, le décroissement moyen de la surface jusqu'au fond est

est plus satisfaisant qu'on ne serait en droit de l'attendre dans des expériences de ce genre.

DÉCROISSEMENT MOYEN POUR 100 MÈTRES.

Numéros des observat.	Décroissement moyen pour 100m.	Profondeur en mètres.	Numéros des observat.	Décroissement moyen pour 100m.	Profondeur en mètres.
1	0°,50	173	10	0°,52	653
2	0,56	195	11	0,71	641
3	»	»	12	0,98	395
4	0,71	390	13	0,52	317
5	0,64	870	14	0,99	121
6	1,00	308	15	0,66	98
7	0,56	455	16	0,74	123
8	0,88	487			
9	0,41	730	Moyenn.	0,69	391

uniforme, et en moyenne de 0°,675 pour 100 mètres, pendant les mois de juillet et d'août.

7° La température d'une couche liquide est d'autant plus constante et plus égale dans toute sa hauteur, que cette couche est plus profonde.

Cette conséquence ressort clairement de l'accord plus satisfaisant qui existe entre les indications des thermomètres à déversement à de grandes qu'à de faibles profondeurs. Si ces instruments sont parfaitement d'accord entre eux, c'est une preuve que la température était uniforme dans toute l'épaisseur de la couche au milieu de laquelle ils oscillaient pendant la durée de leur immersion. Eu égard au roulis et au tangage du navire, à son déplacement insensible, à l'inclinaison variable et à la contraction de la ligne, j'estime l'amplitude de ces oscillations à 10 mètres environ pour les profondeurs de 150 mètres, et à 30 mètres pour celles de 700. Or, en calculant l'écart moyen des indications fournies par les instruments dans les expériences 5, 9, 10 et 11 du tableau IV, faites toutes par de grandes profondeurs, je trouve que ces écarts moyens, mis en face de ces profondeurs, sont les suivants :

ÉCARTS MOYENS DES INDICATIONS DES THERMOMÈTRES A DÉVERSEMENT PAR DE GRANDES PROFONDEURS.

PROFONDEURS.	ÉCART MOYEN.
870m.	0°,02
730	0 ,08
653	0 ,00
640	0 ,13
723	0°,06

Si l'on prend maintenant quatre expériences faites à de moindres profondeurs avec les *mêmes* instruments, on arrive aux résultats suivants :

ÉCARTS MOYENS DES INDICATIONS DES THERMOMÈTRES A DÉVERSEMENT PAR DE FAIBLES PROFONDEURS.

PROFONDEURS.	ÉCART MOYEN.
65m.	0°,18
98	0 ,07
121	0 ,30
240	0 ,22
131	0°,19

L'écart moyen a, comme on le voit dans ce tableau, une valeur triple de celle que nous avons trouvée pour les grandes profondeurs. Or on comprend très-bien que les causes qui troublent l'égale répartition de la température dans une même couche, sont d'autant plus influentes que cette couche est plus rapprochée de la surface. De là ces écarts entre les indications des mêmes instruments, qui diffèrent entre eux lorsqu'ils sont rapprochés de la surface, et sont sensiblement d'accord lorsqu'ils sont plongés dans une couche très-profonde.

§ II. SONDES THERMOMÉTRIQUES DE SCORESBY ET DE PARRY.

Le docteur Irving, qui accompagnait Constantin Phipps, depuis lord Mulgrave, dans son voyage vers le Nord en 1773, est le premier qui se soit occupé de la température des mers du Spitzberg à de grandes

profondeurs. Il employait une bouteille remplie d'eau et entourée de corps mauvais conducteurs [1], dans laquelle il plongeait un thermomètre lorsqu'elle revenait du fond de la mer. Avec cet appareil, il a fait quelques sondes au milieu des glaces qui assiégent le nord du Spitzberg. Mais les températures qu'il a trouvées [2] sont tellement élevées, que ses chiffres ne peuvent inspirer aucune confiance. Il en est de même des résultats que ce voyageur a obtenus avec le thermomètre à maxima et à minima de Cavendish [3]; instrument défectueux, dont les indications ne sauraient être exactes.

Après ce voyage, je citerai celui que Franklin exécuta en 1818 sur le brick *le Trent*, et Fisher sur *la Dorothée ;* malheureusement leurs procédés thermométriques n'étaient guère plus parfaits que ceux du docteur Irving, et leurs indications ne sont susceptibles d'aucune correction qui puisse les rendre comparables avec les miennes [4].

Il n'en est pas de même des nombreux résultats obtenus par W. Scoresby et Edw. Parry. J'ai cru utile de les réunir dans le tableau V, et de les discuter avec

[1] *A voyage towards the north pole undertaken,* 1773, by C. J. Phipps, p. 144. — 1774.

[2] *Ibid.*, p. 143.

[3] *Philosophical Transactions*, t. L, p. 308. — 1758.

[4] Table of the temperature of the sea at various depths made during captain Franklins Voyage to Spitzbergen with capt. Buchan. (*Edinburgh philosophical Journal*, t. XII, p. 233, et *Gilberts, Annalen der Physik*, t. LXIII, p. 25.)

soin, après avoir décrit sommairement les procédés qu'ils ont mis en usage, et rappelé les circonstances au milieu desquelles ils ont opéré.

Sondes thermométriques de Scoresby. Appareils employés. — Scoresby a fait des sondes thermométriques pendant ses voyages de 1810, 1811, 1813, 1816 et 1817. Dans les expériences n° 2 à 11 du tableau V, il se servait d'un petit tonneau[1] (*fir-cask*) formé de douves de cinq centimètres d'épaisseur, et d'une contenance de 45 litres. Aux deux extrémités de l'axe de ce cylindre étaient ajustées deux soupapes réunies par une tige métallique, et s'ouvrant simultanément de bas en haut. La soupape supérieure était en outre munie d'un levier horizontal terminé par une surface plane également horizontale, qui dépassait le bord du tonneau. Quand celui-ci s'enfonçait, le levier se soulevait, et ouvrait les deux soupapes. Le cylindre était alors parcouru par un courant d'eau ascendant. Dès que l'appareil s'arrêtait, les soupapes se fermaient par leur propre poids, et l'eau restait emprisonnée dans le vase. On le laissait ordinairement une demi-heure au fond de la mer, afin que la température de ses parois eût le temps de se mettre en équilibre avec celle du milieu ambiant; puis on le remontait rapidement, et l'on prenait immédiatement la température de l'eau qu'il contenait. Pendant l'ascension, la colonne liquide, en pressant sur la soupape supérieure, les fermait toutes deux.

[1] *An account of the arctic regions*, t. I, p. 184. — 1820.

Ce tonneau ne servit que dans six expériences; car les planches, pénétrées d'humidité, se déjetèrent au point de le rendre impropre à l'usage auquel il était destiné.

L'appareil de Scoresby est analogue à celui que de Saussure employa sans succès sur les lacs de la Suisse, et qu'il abandonna après quelques essais[1]. Ses vices ressortent de sa description. En effet, il suffisait qu'en le retirant on lâchât un instant la ligne pour qu'il redescendît un peu, et que l'eau, rapportée du fond, fût chassée et remplacée par celle qui pénétrait dans le vase en soulevant les soupapes.

Scoresby fit construire ensuite, d'après un modèle imaginé par Cavendish et Gilpin, un instrument qu'il nomme *marine diver*[2]; c'était un prisme creux à huit pans, et en cuivre. Sa hauteur était de $0^{m},35$, son diamètre de $0^{m},15$, son poids de neuf kilogrammes. Deux vitres de $0^{m},20$ de long et de $0^{m},05$ de large étaient appliquées à deux faces opposées. Les deux soupapes étaient disposées comme dans l'appareil précédent. Un ressort d'une force médiocre les soutenait quand elles étaient ouvertes, mais n'avait pas le pouvoir de les soulever. Le couvercle pouvait se dévisser en quelques secondes. Un thermomètre de Six était disposé dans l'intérieur du vase. Toutes les expériences de Scoresby, excepté celles des n° 2 à 11[3],

[1] *Voyages dans les Alpes*, §§ 41, 42, et 1399, la note. L'appareil de Saussure était en cuivre.

[2] *Account of the arctic regions*, t. I, p. 186; et t. II, pl. II, fig. 2.

[3] Voyez le tableau V.

ont été faites avec cet appareil, et toutes par conséquent sont entachées d'une erreur due à la pression de la colonne d'eau sur la cuvette du thermomètre à index.

Sondes thermométriques de Parry. Appareils employés. — Parry donne peu de détails sur ses sondes thermométriques. Il dit seulement[1] qu'il employait un thermomètre de Six, et que le même thermomètre servait à prendre la température de la surface. Toutes ses sondes, excepté celles du 14 et 15 juin et du 5 juillet, ont été faites à quelques milles[2] de la côte septentrionale du Spitzberg, pendant que la corvette *l'Hécla* était étroitement prise dans les glaces. Les 14 et 15 juin, le navire se trouvait dans une mer libre, mais couverte de glaces flottantes. L'expérience du 5 juillet 1827 est la seule sonde thermométrique faite au delà du 81^{e} degré de latitude. En effet, pendant leur audacieuse tentative pour atteindre le pôle boréal, en traversant, tantôt à pied, tantôt sur des canots, la grande banquise qui s'étend au nord du Spitzberg, Edward Parry et James Ross sondèrent par 700 mètres de profondeur[3] sans toucher le fond; et, malgré le voisinage du pôle, ils trouvèrent une température décroissante avec la profondeur.

J'ai réuni dans le tableau V, en les rangeant par ordre de latitude, toutes les sondes thermométriques

[1] *An attempt to reach the north pole in the year* 1827. Appendix VII.

[2] Un mille = 1852 mètres.

[3] *An attempt to reach the north pole*, p. 73.

qui voyagent dans les mers polaires, remarquent que la température y augmente avec la profondeur; c'est vers le 70e degré de latitude qu'a lieu ce changement. L'auteur cherche à s'en rendre compte par la chaleur centrale de la terre, sans pouvoir expliquer néanmoins pourquoi le contraire s'observe dans toutes les autres mers.

Muncke [1] conclut des expériences de Franklin, Beechey, Fisher, Sabine, et surtout de Scoresby, qu'entre les méridiens de 17° Ouest et 13° Est de Paris, et à partir du 75e parallèle, la température croît *toujours* avec la profondeur. Le tableau V suffirait pour réfuter cette proposition si absolue, puisqu'il montre que la température décroît avec la profondeur dans les deux tiers des expériences. Avant d'expliquer cette anomalie, Muncke réfute la théorie de Scoresby, qui attribue à l'eau de mer un maximum de densité voisin de 4°, et conclut à l'existence probable de feux souterrains qui seraient en rapport avec les volcans de l'Islande, ou se lieraient au phénomène du soulèvement de la Scandinavie.

La plupart des auteurs des traités élémentaires de physique et de météorologie ont admis cette interversion des températures, à partir du 70e, comme étant l'état normal de la mer Glaciale. Quelques-uns ont même été jusqu'à supposer gratuitement l'existence d'une zone où la température serait la même à

[1] Gehlers, *Neues physikalisches Wörterbuch*, t. VI, p. 16[illegible] article *Meer*. — 1837.

la surface et à toutes les profondeurs, zone dont personne n'a jamais constaté l'existence.

L'examen des circonstances exceptionnelles dans lesquelles on a observé un accroissement de température avec la profondeur, nous permettra de présenter des explications moins hypothétiques, et plus conformes aux lois de la physique, que celles de Scoresby, de Muncke et de madame Sommerville.

Une première remarque a échappé à tous ceux qui ont discuté ces observations : c'est que toutes les sondes dans lesquelles on trouve un accroissement de la température, tombent dans les mois d'avril et de mai; une seule (n° 18), qui me paraît évidemment entachée d'erreur, a été faite par Scoresby le 7 juin 1817. Mais ni lui, ni Parry, ni moi, n'avons trouvé de température croissante avec la profondeur en juin, juillet et août. Or, au delà du 70^{e} degré de latitude, le mois d'avril appartient encore à l'hiver météorologique; et dans le courant de mai il est très-rare que le thermomètre s'élève au-dessus de zéro. Voici en effet quelles sont, d'après les observations de Phipps, Franklin, Parry et Scoresby[1], les températures moyennes de l'air les plus probables de ces cinq mois, entre le 77^{e} et le 80^{e} degré de latitude boréale.

[1] *Account of the arctic regions*, t. I, p. 358.

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'AIR SUR LES CÔTES SEPTENTRIONALES DU SPITZBERG.

Avril	—9°, 9
Mai	—5 , 3
Juin	0 ,24
Juillet	3 ,41
Août	2 ,88

Si maintenant l'on calcule la température moyenne de l'air correspondante aux sondes à chaleur croissante avec la profondeur, on trouve qu'elle était de—3°,80. Dans dix-sept d'entre elles, le thermomètre était au-dessous de zéro (moyenne—7°,0); dans neuf seulement, il était au-dessus de zéro, et en moyenne à 2°,2. Mais si l'on se reporte à la veille et aux jours précédents, en consultant les registres météorologiques qui accompagnent les ouvrages de Scoresby[1] et de Parry[2], on trouve que l'air avait, peu de jours avant l'expérience, des températures fort inférieures à celle de la glace fondante. Un exemple suffira. Le 15 mai 1827, Parry trouve une température croissante avec la profondeur, l'air étant à 5,0; mais le jour même le thermomètre était descendu à — 1°,1; la veille, à — 3°,6; l'avant-veille, à — 2°,5; le 12, à — 1°,1; le 11, à — 6°,0; le 10, à — 8°,6; le 9, à — 8°,9, etc. Il en est de même dans tous les cas, excepté pour l'observation si anomale et si suspecte du 7 juin 1817. On trouve constamment

[1] Appendix, n° 1, p. (2).

[2] Appendix, I, p. 152 et 154.

que le jour même, ou les jours précédents, la température de l'air s'est abaissée notablement au-dessous de zéro.

Examinons maintenant quelle était la situation des navires de Scoresby et de Parry pendant ces expériences. Toujours ils étaient pris dans les glaces ou assiégés par elles. Dans dix expériences seulement, ils n'étaient qu'environnés de glaces flottantes, qui ne formaient pas autour d'eux une ceinture continue.

Ces préliminaires établis, il est facile de se rendre compte pourquoi la surface de la mer avait une température plus basse que le fond. En effet, cette surface était en contact, dans la plupart des cas, avec une épaisse couche de glace qui ne pouvait lui transmettre que les températures inférieures à zéro : car toute température supérieure à zéro fond la glace, mais ne la traverse pas par conductibilité. Or, le jour même de l'expérience ou les jours précédents, et à coup sûr pendant tout le cours de l'hiver, cette couche de glace s'était mise en équilibre avec un air dont la température est habituellement fort au-dessous de zéro : elle transmettait donc cette température à la couche d'eau avec laquelle elle se trouvait en contact, et la refroidissait. Aussi trouvons-nous, dans ces expériences, que la température de la mer à sa surface a toujours été à zéro ou au-dessous, et en moyenne à — 1°,6. Or, en hiver et au printemps, la pesanteur spécifique de l'eau salée à la surface n'est point diminuée par son mélange avec l'eau douce provenant de la fusion des glaces. Les différences de densité sont donc uni-

quement dues à des différences de température. Par conséquent, la couche d'eau superficielle se refroidissant au contact de la glace qui la recouvre, descendra en vertu de sa plus grande pesanteur spécifique; mais elle est immédiatement remplacée par une autre couche plus chaude, qui se refroidit et descend à son tour. Ces couches descendantes se réchauffent ensuite en se mêlant aux eaux du *Gulfstream*, qui affluent sans cesse sur les côtes occidentales du Spitzberg. En effet, les eaux de ce courant conservent beaucoup mieux leur température à une certaine profondeur qu'à la surface, où elles sont refroidies directement par l'air, la glace et la neige, tandis que les couches inférieures ne ressentent pour ainsi dire que le contre-coup de ces causes de refroidissement. On comprend aussi très-bien que les couches ne se superposent pas d'une manière stable suivant leurs différences de densité, puisque l'afflux continuel du *Gulfstream*, et les courants descendants et ascendants résultant des températures inégales de la masse, tendent sans cesse à troubler cet état d'équilibre; de là ces accroissements si irréguliers que l'on observe en comparant entre elles les différentes expériences résumées dans le tableau V.

Températures décroissantes avec la profondeur, observées par Scoresby, par Parry et par nous. — Étudions maintenant les circonstances dans lesquelles on a trouvé une température décroissante avec la profondeur. Les 62 observations ont été faites par MM. Scoresby, Parry, Bravais et moi, pendant les mois

de juin, juillet et août; aucune n'appartient aux mois d'avril et de mai, comme celles où la température croissait avec la profondeur. Dans 55 cas, la température de l'air était au-dessus de zéro; dans 7 seulement, au-dessous. La température moyenne correspondant à ces expériences a été de 3°,1 [1]. Si l'on compare ces nombres à ceux donnés p. 310, on peut dire, d'une manière générale, que les températures croissantes ont été observées lorsque l'air était au-dessous de zéro, et les températures décroissantes pendant qu'il était au-dessus.

Mes sondes thermométriques ont été faites au milieu d'une mer libre; celles de Scoresby, parmi les glaces flottantes. Le navire de Parry était étroitement pris dans la glace. Néanmoins, dans l'ensemble de ces expériences, la température moyenne de la surface de la mer était, comme celle de l'air, supérieure à zéro, et en moyenne à 0°,59. Toutefois, je dois dire que, dans le plus grand nombre (39) des expériences de Scoresby et de Parry, la température de la surface de l'eau était au-dessous de zéro, quoique très-voisine du point de congélation. Cela provient évidemment de ce qu'ils ont toujours sondé au milieu ou dans le voisinage des glaces flottantes. Ces glaces abaissaient la température des couches superficielles; mais cet abaissement n'était pas assez considérable pour que

[1] Dans les cinquante-cinq cas où le thermomètre était au-dessus de zéro, il se tenait, en moyenne, à 4°,3. Dans les sept où il était au-dessous de zéro, à — 6°,4.

la température de la surface fût inférieure à celle du fond, et produisît une interversion dans les lois du décroissement de la chaleur. Dans nos expériences faites au milieu d'une mer libre, la surface n'a jamais été inférieure à zéro, et en moyenne elle s'est tenue à 4°,3.

En résumé, les températures décroissantes avec la profondeur correspondent à des températures de l'air et de la surface de la mer supérieures à zéro. Les sondes à température croissante ont été faites pendant que l'air, et par conséquent la surface de la mer, étaient en général au-dessous de zéro. Les couches superficielles se sont refroidies de manière à être moins chaudes que les couches inférieures, dont la température a toujours été maintenue assez constante par les eaux tempérées du *Gulfstream*. C'est donc le refroidissement de la surface qui a interverti la loi du décroissement de la température, et non l'existence d'un foyer de chaleur souterrain ou d'un maximum de densité exceptionnel, comme celui de l'eau douce.

En comparant nos observations à celles de Parry et de Scoresby, on remarque entre elles une autre différence qui mérite d'être notée. Les navigateurs anglais ont trouvé dans toutes leurs sondes (douze seulement exceptées) que la température du *fond* de la mer était inférieure à zéro. C'est le contraire dans les nôtres, où la température, souvent très-voisine du point de congélation, ne s'est jamais abaissée au-dessous. J'explique cette différence par les mêmes causes qui ont amené le refroidissement de la surface; savoir,

l'action de l'air et celle de la banquise ou des glaces flottantes. La couche d'eau superficielle refroidie au contact de ces deux corps tend naturellement, en vertu de son poids spécifique plus considérable, à descendre au fond de la mer, où elle remplace les couches plus chaudes. Cette théorie devient une certitude lorsqu'on discute les résultats des sondes thermométriques faites dans le voisinage des glaciers du Spitzberg, qui terminent ce travail.

III. TEMPÉRATURES DE LA MER DANS LE VOISINAGE DES GLACIERS DU SPITZBERG.

Au commencement de ce mémoire, on a vu que la température de la surface de la mer baissait chaque fois que la corvette s'approchait des côtes du Spitzberg. J'attribuai cet effet aux immenses glaciers qui s'écroulent sans cesse dans l'Océan, et le couvrent de glaces flottantes. Pour mettre ce fait hors de doute par des expériences directes, j'entrepris une série de sondes thermométriques près des glaciers qui occupent les deux golfes de Bellsound et de Magdalena-Bay, que nous avons visités en 1838 et 1839.

§ I. TEMPÉRATURE DE LA SURFACE ET DU FOND DE LA MER DANS LE VOISINAGE DU GRAND GLACIER DE BELLSOUND.

Bellsound est un fiord profond qui découpe la côte occidentale du Spitzberg par latitude 77° 30′ Nord;

et longitude 12° 14′ Est[1]. A 16 kilomètres de l'entrée, il se divise en deux baies, l'une septentrionale appelée Klok Bay, l'autre méridionale, désignée sur les cartes hollandaises par le nom de Van Keulen Bay. Dans cette baie est une anse appelée *Fair-Haven*, ou Baie de *la Recherche*. Sa longueur est de huit kilomètres; au fond, son diamètre moyen ne dépasse pas 2500 mètres. Deux glaciers entourent *Fair-Haven* dans la moitié de sa circonférence. L'un, à l'Ouest, est celui de la Pointe aux Renards; sa largeur, mesurée sur le bord de la mer, dépasse deux kilomètres. L'autre glacier, situé au Sud-Est, occupait le rivage sur une longueur de cinq kilomètres. Son escarpement terminal avait environ 35 mètres de haut. C'est celui devant lequel les expériences ont été faites. Appuyé des deux côtés sur le rivage, il surplombait la mer dans le milieu. Tous les jours des masses énormes s'en détachaient avec fracas, et couvraient la baie de glaces flottantes que le jusant entraînait au large. La corvette était mouillée à 2000 mètres du glacier, et à 200 mètres du rivage opposé. Trois expériences ont été faites à bord, par 36 mètres de profondeur; les autres, dans un canot, à des distances moindres du glacier et par des profondeurs variables. Dans les six expériences, j'ai constamment employé les thermomètres à déversement de M. Walferdin, garantis de

[1] Voy. le plan de la baie de Bellsound au Spitzberg, levé en juillet et août 1838 par les officiers de *la Recherche*, et publié au dépôt de la marine en 1840.

la pression par le tube de cristal scellé à la lampe d'émailleur, dans lequel ils étaient enfermés [1]. Le tableau suivant présente, sous une forme synoptique, les principaux résultats que j'ai obtenus [2].

TABLEAU

DE LA TEMPÉRATURE DE LA SURFACE ET DU FOND DE LA MER, DANS LE VOISINAGE DU GRAND GLACIER DE BELLSOUND.

Numéros des observations.	Dates. 1838.	Distance du glacier.	Durée de l'immersion.	Profondeur en mètres.	Température en degrés centésimaux			
					Minima entubés.	Moyennes probables.	de la surface de la mer.	de l'air.
1	Juillet 28.	2000m	h. m. 1.20	36	n°6. 0°,91 7. 0,88	0°,89	6°,05	5°,60
2	Juillet 30.	150	0.30	26	6. 2,06 7. 2,04 8. 1,83	1,97	4,25	2,65
3	Juillet 31.	80	1.0	52	9.	0,19	1,45	4,15
4	Juillet 31.	2000	1.0	36	7. 1,31 8. 1,32 10. 1,31 9. 1,39	1,31	4,85	3,65
5	Août 4....	80	0.35	55	7.	0,12	2,05	2,65
6	Août 4....	2000	1.40	36	6. 0,50 7. 0,64	0,57	2,40	1,65

[1] Voici les valeurs de ces instruments :

VALEURS DE L'ÉCHELLE DES THERMOMÈTRES A MINIMA.

N° 6	15d,59	= 1° centigrade.
N° 7	8 ,59	
N° 8	8 ,55	
N° 9	7 ,71	
N° 10	7 ,14	

[2] Ils ont été déjà publiés dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. VIII, p. 27. — Janvier 1839.

Résumé des expériences faites devant le grand glacier de Bellsound. — 1° La température de la mer ne s'est jamais abaissée au-dessous de zéro, même à 80 mètres du glacier et par 55 mètres de profondeur.

2° Cette température était toujours plus basse dans le voisinage du glacier : ainsi le 31 juillet, à 80 et à 2000 mètres du glacier, elle présentait une différence qui était de 1°,12 au fond, et de 3°,40 à la surface. Quatre jours après, elle différait aux mêmes distances : à la surface, de 0°,35; au fond, de 0°,45. Près du glacier, la profondeur était plus grande de 18 mètres.

3° En moyenne, dans un rayon de 2000 mètres du glacier, la température moyenne était de 3°,50 à la surface, et de 0°,84 au fond.

On trouvera les autres conclusions à la fin du paragraphe suivant, où je résumerai en même temps les résultats obtenus près des autres glaciers du Spitzberg.

§ II. TEMPÉRATURE DE LA SURFACE ET DU FOND DE LA MER DANS LE VOISINAGE DES GLACIERS DE MAGDALENA-BAY.

Située plus au Nord par 79° 34 de latitude et 8° 49′ de longitude orientale, cette baie est moins vaste que Bellsound, et ne se bifurque pas en deux branches. Sa longueur est de 7500 mètres; sa largeur moyenne, dans la région où les expériences ont été faites, de 2200 mètres environ. Trois glaciers énormes descendent jusqu'à la mer. Celui de l'entrée, au Sud, a 900 mètres de largeur et 63 mètres de haut au bord de la mer. Le glacier de la Pointe aux Tombeaux oc-

cupe le rivage sur une étendue de 1800 mètres; sa hauteur est de 76 mètres. Celui du fond n'a que 30 mètres environ d'élévation, sur 1580 mètres de large. C'est devant les deux derniers que la plupart des expériences ont été faites. L'ensemble de ces glaciers occupe le tiers environ du pourtour de la baie. Deux autres plus petits sont suspendus aux flancs des montagnes, mais n'arrivent pas jusqu'à la mer [1].

Mode d'expérimentation. — Dans les premières expériences, j'employais simultanément les thermomètres à minima entubés de M. Walferdin, et des thermométrographes; mais dès que je trouvai des profondeurs qui dépassaient 60 mètres environ, les minima qui avaient été chargés à la température de la neige fondante revinrent complétement vides. Par conséquent, à cette profondeur, la température était égale ou inférieure à zéro. J'aurais pu me servir encore des thermomètres à minima pour estimer ces températures inférieures à zéro; mais je préférai les consacrer à la mesure des températures intermédiaires par des profondeurs moindres que 60 mètres, et employer les thermométrographes pour celles du fond. Ces ther-

[1] Voyez le grand plan de la baie de la Madeleine, publié par le dépôt de la marine, ou la carte dressée par Parry et Foster, et intitulée *A survey of the principal points on the northern coast of Spitzbergen,* qui accompagne la relation de leur tentative pour atteindre le pôle nord. Les trois glaciers principaux dont je parle y sont assez bien indiqués : seulement celui du fond semble composé de deux parties distinctes. Nous l'avons vu sous la forme d'une masse continue.

mométrographes étaient au nombre de cinq ; mais l'un d'eux, le n° B, ayant marqué constamment un degré plus élevé que les quatre autres, je l'ai rejeté à partir de la sixième expérience. Les zéros de ces thermométrographes ont été vérifiés trois fois dans les six jours que les expériences ont duré. (Voyez le tableau II.) Celui des numéros A et B n'a pas changé; celui de C a varié de $0^{\circ},1$; celui de D, de $0^{\circ},2$; enfin celui de E, de $0^{\circ},1$ [1].

Je n'avais à ma disposition que deux tubes en cuivre pour enfermer deux des thermométrographes ; mais lorsque le couvercle était fortement vissé, il fallait imprimer à l'appareil de telles secousses pour le dévisser, que je préférai le fermer à moitié. Ces tubes revinrent donc toujours pleins d'eau. J'ai donné, dans la septième colonne du tableau VI, les indications brutes de ces thermométrographes, corrigées seulement de l'erreur due au déplacement du zéro. Dans la huitième colonne, ces indications sont corrigées de la poussée de l'index et de l'effet de la pression, qui sont de $0^{\circ},13$ pour 100 mètres d'eau pour ces instruments, d'après les expériences faites en pleine mer [2]. Les moyennes de ces indications ainsi corrigées s'accordent bien avec celles des minima entubés dans les expériences 3, 4, 6 et 7 du tableau VI, les seules où

[1] Je vérifiais ces zéros en enterrant les instruments, placés verticalement, dans la neige fondante pendant une heure, et en ne découvrant, pour les lire, que le point où la colonne et l'index s'étaient arrêtés.

[2] Voyez le tableau III.

j'aie employé simultanément et à la même profondeur des thermométrographes nus, et des instruments à déversement garantis de la pression [1]. L'on peut induire de ces comparaisons que le coefficient $0^{\circ},13$, pour une pression de 100 mètres d'eau salée, n'est pas éloigné de la vérité.

Grâce à l'assistance du chef de timonerie de *la Recherche*, M. Pottier, ces expériences ont pu être faites en prenant les précautions les plus minutieuses. Les thermomètres à minima étaient placés, au moins une heure d'avance, dans un seau de neige fondante, et les index des thermométrographes amenés au contact. Nous nous rendions alors en canot au point que nous avions choisi. Je faisais mouiller un grapin, afin de n'être pas entraîné par les courants ; puis on descendait les instruments, amarrés à une ligne munie d'un plomb, au fond de la mer. Dès que le plomb de sonde touchait, on le relevait d'un mètre environ, et on laissait les instruments au moins une heure dans l'eau. Le canot restant immobile, la ligne était toujours verticale. Ensuite M. Pottier retirait lui-même la

[1] Voici le tableau de ces comparaisons :

NUMÉROS DES EXPÉRIENCES.	PROFONDEUR EN MÈTRES.	THERMOMÈTRES MINIMA ENTUBÉS.	THERMOMÉTROGRAPHES corrigés DE LA PRESSION.
N° 3.....	36	$0^{\circ},84$	$0^{\circ},48$
N° 4.....	23	0,61	0,64
N° 6.....	36	0,24	0,35
N° 7.....	24	0,41	0,25
Sommes...		2,10	2,08

ligne en la halant main sur main, et je puis affirmer positivement que jamais un thermométrographe n'a reçu la moindre secousse. Je lisais immédiatement leurs indications et celles des minima. La lecture du premier thermométrographe ne pouvait pas m'influencer pour l'estimation des dixièmes dans les autres, car, à cause du déplacement des zéros, j'ignorais la valeur réelle du nombre de degrés que je lisais sur l'échelle. Pendant toute la durée de ces expériences, les thermométrographes ne sont pas sortis de nos mains, et j'ai l'assurance qu'ils n'ont jamais été chavirés. L'ensemble de toutes ces précautions, et l'accord souvent remarquable de leurs indications, me donnent une confiance beaucoup plus grande dans ces résultats que dans ceux que j'ai obtenus en pleine mer avec ces mêmes instruments ; car un navire à la voile n'est jamais immobile comme un canot à l'ancre; et par conséquent les thermométrographes prennent des positions plus ou moins inclinées, traînent au fond de la mer, et reçoivent ainsi des secousses qui peuvent déplacer les index.

Si l'on étudie le tableau VI, qui présente l'ensemble des résultats obtenus dans Magdalena-Bay, on peut en tirer quelques conséquences que je vais essayer de formuler en peu de mots.

Températures de la surface. — La moyenne de ces températures est supérieure à zéro, mais de o°,6o seulement. Nous reconnaissons encore ici l'influence réfrigérente des glaciers et des glaces flottantes. Déjà, dans une zone de 4o kilomètres à partir de la côte,

cette température n'était [1] plus que de 1°,70; et l'on peut voir, en consultant les dernières lignes du tableau I, que la température de la mer baissait à mesure que la corvette pénétrait dans la baie de la Madeleine.

L'eau venant du large étant plus chaude que celle du fond de la baie, j'ai voulu savoir si les marées avaient quelque influence sur la température de la surface. Je trouve en effet une différence assez marquée; ainsi les moyennes sont les suivantes :

TEMPÉRATURE DE LA SURFACE.

Marée montante	0°,73
Marée descendante	0 ,20

Plus près de l'équateur, ce résultat pourrait laisser quelque doute, à cause de la variation diurne de la température de l'air; mais le lecteur voudra bien se rappeler qu'à cette latitude, et au commencement d'août, le soleil de minuit est presque à la même hauteur que celui de midi.

Décroissement de la température pour de grandes profondeurs. — La première circonstance dont on est frappé en parcourant la neuvième colonne du tableau VI, c'est qu'au delà de 70 mètres environ de profondeur, les températures sont inférieures à zéro, tandis qu'à une moindre profondeur elles lui sont encore supérieures. Si l'on calcule le décroissement de la température entre la surface et le *fond* dans les

[1] Voy. pag. 284.

neuf expériences où la profondeur dépasse 70 mètres, on construit le tableau suivant :

DÉCROISSEMENT DE LA TEMPÉRATURE ENTRE LA SURFACE ET LE FOND, POUR LES PROFONDEURS QUI DÉPASSENT 70 MÈTRES.

NUMÉROS DES EXPÉRIENCES.	PROFONDEUR EN MÈTRES.	DÉCROISSEMENT POUR 100 MÈTRES.
1	73	2°,72
5	86	2,04
11	102	2,13
7	110	2,34
9	115	2,22
6	118	1,64
8	123	2,01
12	125	2,46
10	136	2,19
Moyennes.	110	2,19

Le décroissement, comme on le voit, a été sensiblement le même dans les diverses expériences, car l'écart moyen n'est que de 0°,22. Ce décroissement est aussi infiniment plus rapide qu'en pleine mer, où j'ai trouvé un abaissement moyen de 0°,67 pour 100 mètres.

Au lieu d'adopter pour point de départ la température de la surface, prenons une température *intermédiaire* entre cette surface et le fond, et voyons quelle sera la loi du décroissement dans les couches inférieures de la mer comprises entre 25 et 135 mètres de profondeur. Le tableau suivant présente les résultats de ces expériences.

DÉCROISSEMENT DE LA TEMPÉRATURE DANS LES COUCHES COMPRISES ENTRE 25 ET 135 MÈTRES DE PROFONDEUR.

NUMÉROS DES EXPÉRIENCES.	DIFFÉRENCE EN MÈTRES.	DÉCROISSEMENT POUR 100 MÈTRES.
11	53	5°,51
10	68	2,74
8	66	2,85
9	66	3,47
12	76	3,96
6	82	2,40
7	86	2,70
Moyennes.	71	3,38

On voit que dans les couches profondes le décroissement moyen est plus rapide de 1°,19 pour 100 mètres, qu'entre la surface et le fond de la mer. Nous trouverons la confirmation de cette vérité dans l'étude que nous allons faire du décroissement de la température, à partir de la surface, pour les profondeurs qui ne dépassent pas 70 mètres. En effet, le tableau suivant nous fait voir qu'entre ces limites il y a tantôt un décroissement très-faible, tantôt même un accroissement de la température avec la profondeur; fait important dont nous discuterons les causes, dans les réflexions qui embrasseront l'ensemble des observations sur la température de la mer dans le voisinage des glaciers de Magdalena-Bay.

DÉCROISSEMENT ET ACCROISSEMENT DE LA TEMPÉRATURE A DES PROFONDEURS MOINDRES QUE 70 MÈTRES.

PROFONDEURS EN MÈTRES.	DÉCROISSEM. pour 100 MÈTRES.	PROFONDEURS EN MÈTRES.	ACCROISSEM. pour 100 MÈTRES.
24	1°,21	23	0°,91
49	0,55	24	3,29
49	0,14	36	0,67
57	1,05	36	0,11
71	1,69	49	1,53
Moyenne...	0,93	Moyenne...	1,30

En jetant les yeux sur ce tableau, on est d'abord frappé de l'extrême irrégularité, soit de l'accroissement, soit du décroissement dans les diverses expériences. Le décroissement varie de 0°,14 à 1°,69 pour 100 mètres; l'accroissement, de 0°,11 à 3°,29; écarts considérables si on les compare à l'accord qui existe entre les expériences dans le tableau de la page précédente, et surtout dans celui page 299. Ces irrégularités sont donc nécessairement dues à une cause d'une intensité variable, et agissant d'une manière intermittente et irrégulière; cette cause, c'est l'action réfrigérante des glaciers et des glaces flottantes.

Décroissement de la température pour de petites profondeurs. — Étudions d'abord les cas où la température *décroît* avec la profondeur. Toutes les expériences où la surface de la mer a été trouvée plus chaude que les couches inférieures, ont été faites à

une assez grande distance des glaciers et des glaces flottantes. Dans la sonde la plus rapprochée du glacier (tableau VI, n° 2), le canot était mouillé à 300 mètres au moins du glacier du fond, par 24 mètres de profondeur, et pendant la marée descendante, c'est-à-dire, à un moment où la mer ne baigne pas la surface inférieure du glacier. La seconde, n° 7, a été faite à 1400 mètres du glacier, et à 300 mètres de quelques grosses glaces flottantes. Dans toutes les autres expériences, le canot était à une distance beaucoup plus grande du glacier et des glaces flottantes. On comprend dès lors que la surface de la mer n'étant point refroidie, la température ait été décroissante, comme elle l'est toujours quand les couches d'eau salée se superposent dans l'ordre de leurs densités. La faiblesse du décroissement, comparée à celui que nous donnent les tableaux précédents, pages 324 et 325, démontre de nouveau que ce décroissement n'est pas uniforme, mais s'accélère avec la profondeur. C'est une conséquence à laquelle nous avions déjà été amenés par la comparaison de ces tableaux.

Accroissement de la température pour de petites profondeurs. — A des profondeurs moindres que 50 mètres, la température a quelquefois été supérieure à celle de la surface, comme le prouvent les 3^{e} et 4^{e} colonnes du tableau précédent. La réalité du phénomène ne saurait être contestée; car les températures intermédiaires entre la surface et le fond, qui dénotent cet accroissement, sont les moyennes des

indications concordantes de trois ou cinq thermomètres à déversement, comme le prouve le tableau VI. Très-différent dans les cinq expériences, cet accroissement est en moyenne de 1°,30 pour 100 mètres. Nous retrouvons ici, sur une petite échelle et dans une baie, le phénomène observé par Scoresby en pleine mer pendant les mois d'avril et de mai. Il reconnaît les mêmes causes, le refroidissement de la surface par des masses de glaces. Leur fusion abaissant sans cesse la température de la surface, celle-ci est plus froide que les couches inférieures, jusqu'à ce que les glaces flottantes soient entraînées au large, et que les couches aient eu le temps de se disposer suivant l'ordre de leurs densités relatives. Aussi, trois de ces sondes sur cinq sont-elles les plus rapprochées des glaciers du fond et de la Pointe aux Tombeaux; les distances sont 160, 260 et 220 mètres. Toutes les sondes, au contraire, qui donnent des températures décroissantes, sont à des distances plus grandes du glacier et des glaces flottantes. Mais je ne saurais expliquer pourquoi la température était croissante dans les expériences n^{os} 2 et 3, qui ont été faites loin des glaciers. Dans l'une d'elles il y avait quelques glaces flottantes dans le voisinage; dans l'autre, faite à l'entrée de la baie, la mer était libre. Ce sont là de ces effets des vents, des courants et des marées, qui échappent à l'analyse la plus attentive.

Températures du fond inférieures à zéro. — Il me reste à parler des températures inférieures à zéro,

que j'ai trouvées au fond de la mer dans Magdalena-Bay. Si l'on a égard aux précautions minutieuses que j'ai employées et qui sont exposées p. 319, on ne saurait jeter aucun doute sur ces températures, quoiqu'elles aient été déterminées à l'aide de thermométrographes. Une dernière remarque suffira d'ailleurs pour lever tous les scrupules. Dans ce genre d'instrument, où la cuvette est en haut, toutes les causes d'erreur qui peuvent agir sur l'index du *minimum*, telles que la pression sur le réservoir, la poussée de l'index, sa chute, suite de secousses; toutes ces causes, dis-je, tendent à donner des températures trop hautes. Néanmoins, si l'on consulte la 7^e^ colonne du tableau VI, qui contient les indications *brutes* des thermométrographes, on reconnaît qu'elles sont toutes *au-dessous* de zéro, dès que la profondeur dépasse 70 mètres. L'existence de ces températures est d'ailleurs conforme aux lois de la physique, puisque le maximum de densité et le point de congélation de l'eau de mer sont tous deux au-dessous du zéro des thermomètres. C'est le résultat concordant des expériences de MM. Marcet [1], A. Erman [2] et Despretz [3]. Une autre circonstance remarquable, c'est que ces températures inférieures à zéro étaient toujours celles

[1] On the specific gravity and temperature of sea waters (*Philosophical Transactions*, *for*, 1819, p. 161).

[2] Ueber die Ausdehnung der Meerwassers zwischen + 8° und — 3° R. (*Poggendorffs*, *Annalen der Physik*, t. XII, p. 463. 1828).

[3] Recherches sur le maximum de densité de l'eau et des dissolutions aqueuses (*Annales de chimie et de physique*, t. LXX, p. 5).

de la couche qui recouvrait le fond de la mer à des profondeurs plus grandes que 70 mètres. La profondeur moyenne à laquelle elles ont été trouvées est de 110 mètres; la moindre de 73, la plus grande de 136. Dans deux expériences, où le fond se trouvait par 23 et 36 mètres de profondeur, la température était encore supérieure à zéro.

On est tenté de supposer *à priori* que les couches les plus profondes doivent être aussi les plus froides. Il en serait, je crois, ainsi, sans l'influence perturbatrice des glaces, des marées et des courants. Mais ces actions troublent sans cesse l'état statique de la masse liquide. En voici la preuve : c'est à la distance de 1350 mètres du glacier du fond, et à 110 mètres de profondeur, que j'ai trouvé la température la plus basse, — 1°,91; tandis qu'à 300 mètres plus près, et à 136 mètres de profondeur, le thermomètre ne descendait qu'à — 1°,78. Toutefois, la température la moins basse — 1°,29, est aussi à la plus faible profondeur, 73 mètres; et dans les moyennes, la loi de la superposition des couches suivant leur densité se révèle par l'étude des températures inférieures à zéro, comme dans l'examen de celles qui sont au-dessus du point de congélation. En effet, si l'on divise ces expériences en deux groupes, l'un comprenant les sondes moindres que 110 mètres, l'autre celles où la profondeur est plus grande, on obtient les résultats suivants :

	MOYENNES.
A la profondeur moyenne de 87 mètres.....	—1°,61
A la profondeur moyenne de 123 mètres.....	—1 ,79

La température de — 1°,75 correspondait à la profondeur moyenne de 110 mètres, et la couche dont la température était celle de la glace fondante se trouvait comprise entre 60 et 70 mètres environ. Dans son mémoire, M. Despretz fixe à — 2°,55 le degré de la congélation de l'eau de mer dans l'état d'agitation. La plus basse de nos températures est encore supérieure de 0°,64 à ce point, et de 1°,83 au maximum de densité que M. Despretz fixe à — 3°,67. Mes expériences sous-marines confirment donc les résultats que ce physicien a obtenus dans le cabinet. En effet, dans la baie de la Madeleine, les couches dont la température était au-dessous de zéro remplissaient les dépressions du fond de la mer, tandis que les hauts-fonds étaient recouverts d'eau supérieure à zéro.

L'existence de couches à température inférieure à zéro dans Magdalena-Bay n'est point difficile à comprendre. Elle dépend de la même cause qui a produit les températures croissantes avec la profondeur, que Parry et Scoresby ont trouvées en avril et mai. Au commencement de l'hiver du Spitzberg, savoir, en octobre ou en novembre, les couches d'eau refroidies jusqu'à — 1° ou — 2°, au contact d'un air inférieur de plusieurs degrés à zéro, descendent, en vertu de leur densité, dans les parties les plus profondes; puis le froid devenant de plus en plus intense, la température de la mer s'abaisse sans cesse jusqu'à ce qu'elle gêle à la surface. Deux causes conspirent alors à maintenir les couches profondes à l'état liquide : 1° la croûte de glace qui les défend contre le froid de

l'hiver; 2° la chaleur dégagée par la congélation successive des couches d'eau qui sont en contact avec la face inférieure de cette croûte solide, et augmentent son épaisseur en s'ajoutant à elle. Au mois de mai ou de juin, la mer dégèle; mais la présence des glaciers et des glaces flottantes empêche le réchauffement de la surface, et par suite celui du fond. Les eaux du *Gulfstream*, pénétrant plus difficilement dans les baies, ne se mêlent point à ces eaux intérieures; et les couches les plus froides étant aussi les plus lourdes, le fond de la mer est toujours recouvert d'une couche dont la température reste inférieure à zéro pendant tout le cours de l'année. C'est un phénomène analogue à celui que présentent les lacs de la Suisse. A de grandes profondeurs, l'eau y conserve toujours une température qui oscille autour de 5°, tandis qu'en été la surface s'échauffe souvent jusqu'à 15 ou 18 degrés, et se gèle quelquefois en hiver. Cette comparaison fait voir, ce me semble, d'une manière évidente, combien la connaissance du degré auquel l'eau douce et l'eau salée atteignent leur maximum de densité est importante en physique; et tout le monde comprend que, dans un lac d'eau douce du Spitzberg qui dégèlerait en été, on trouverait une distribution de la chaleur complétement différente de celle que nous avons observée dans Magdalena-Bay.

Résumé général des observations sur la température de la mer dans le voisinage des glaciers du Spitzberg. — Si nous résumons en peu de mots les résul-

tats principaux de nos observations sur la température de la mer dans le voisinage des glaciers qui bordent les deux baies du Spitzberg que nous avons visitées, nous émettrons les propositions suivantes :

1° Aux mois de juillet et d'août, la température de la surface, quoique très-voisine du point de congélation, est toujours supérieure à zéro.

2° De la surface jusqu'à 70 mètres de profondeur, la température est tantôt croissante, tantôt décroissante.

3° A partir de 70 mètres jusqu'au fond, elle est toujours décroissante.

4° Le décroissement de la température, entre la surface et le fond, n'est pas uniforme; il va en s'accélérant avec la profondeur.

5° Entre la surface et 70 mètres de profondeur, la température n'est jamais inférieure à zéro.

6° A partir de 70 mètres, la température de la couche qui recouvre le fond de la mer est au-dessous de zéro.

7° En moyenne, la température de cette couche est de — 1°,75, et par conséquent supérieure à celle du maximum de densité et du point de congélation de l'eau salée.

8° Ces faits s'expliquent aisément, si l'on se rappelle que le maximum de densité et le point de congélation de l'eau de mer sont à plusieurs degrés au-dessous de zéro, et si l'on a égard aux influences complexes, intermittentes et d'intensité variable, exer-

cées par la solidification de la surface pendant l'hiver, les glaciers, les glaces flottantes, les marées et les courants.

Applications. — Ces résultats sont fertiles en applications à la physique du globe. Les températures croissantes avec la profondeur en avril et mai, nous montrent qu'en hiver la surface se refroidit plus que le fond; par conséquent, c'est à la surface et non au fond que la mer gèle en premier lieu. La formation de glace de fond (*grundeis*) y est donc aussi impossible que dans les lacs d'eau douce. Scoresby a décrit avec détail les phénomènes qui accompagnent la congélation de la mer à sa surface[1]. Il n'a jamais observé de *grundeis*, pas plus que John Ross, qui avait imaginé un instrument appelé *deep sea clamms*, avec lequel il ramenait la vase du fond de la mer de Baffin, dans le but spécial d'élucider cette question[2]. Non-seulement cette vase n'était pas gelée, mais elle renfermait ordinairement des animaux vivants.

La température de la mer, à la surface, étant supérieure à zéro en juillet et août, même dans le voisinage des glaciers du Spitzberg, il est facile de se rendre compte de la démolition incessante de ces glaciers et de la formation des glaces flottantes. Ces glaciers, comme tous les autres, sont animés d'un mouvement de progression, dont le maximum de vi-

[1] *Account of the arctic regions*, t. I, p. 238.

[2] *A voyage of discovery in H. M. ships Isabella and Alexander, for the purpose of exploring Baffins bay*, Appendix, p. CXXXV.

tesse coïncide avec l'époque du dégel[1]. Parvenu à la mer, le glacier continue à marcher; mais il fond au contact de l'eau, qui est supérieure à zéro. Il en résulte qu'il surplombe la mer, et s'avance ainsi au-dessus d'elle. A la marée haute, il repose sur l'eau; à la marée basse, on voit très-bien l'intervalle qui les sépare; mais alors il se démolit et s'écroule. Ces débris, entraînés au large, sont les glaces flottantes. Elles ne sauraient être bien hautes dans les baies que j'ai visitées, puisque leur partie émergée n'est qu'un huitième environ[2] de la hauteur totale de l'escarpement des glaciers. Or, le plus élevé d'entre eux, celui de la Pointe aux Tombeaux, avait 76 mètres de haut. Il aurait donc pu fournir des glaçons de dix mètres environ d'élévation; mais il est rare qu'une portion du glacier se détache sans se briser en fragments : aussi la plupart des glaçons n'avaient-ils pas plus de trois à cinq mètres de haut[3]. C'était ce que les Anglais ont désigné sous le nom de *brash* ou *drift ice*[4].

Dans la baie de Baffin, au contraire, les glaciers

[1] Voyez, sur ce sujet, Agassiz, *Nouvelles études et expériences sur les glaciers*, p. 435. — 1847.

[2] Densité de la glace de glacier analogue à celle du Spitzberg, 0,898. Densité de l'eau de mer, 1023 (voy. plus haut, p. 286).

[3] Voyez, pour plus de détails, les Observations sur les glaciers du Spitzberg, comparés à ceux de la Suisse. *Bibliothèque universelle de Genève*, 2e série, t. XXVIII, p. 139. — 1840; *Edinburgh new philosophical Journal*, t. XXX, p. 284. — 1841; et *Voyages au Spitzberg de la corvette* la Recherche, Géogr. ph., t. I, p. 176.

[4] Scoresby, *An account of arctic regions*, p. 226.

descendent dans la mer sans être fondus par elle. John Ross a décrit et figuré [1], au nord du cap Dudley Digges, un glacier qui s'avançait de 1800 mètres au-delà du rivage. Aussi, dans ces parages, les glaces flottantes dépassent-elles souvent la mâture des navires, ce qui leur a fait donner le nom de *ice bergs*, ou montagnes de glace [2]. Cependant cette partie visible est le huitième au plus de l'escarpement terminal du glacier; mais cet escarpement ayant pour hauteur totale la somme de la partie immergée qui repose sur le fond de la mer, et de la portion émergée qui s'élève au-dessus des flots, les navigateurs trouvent [3] des montagnes de glaces échouées par 72, 113, et même 180 mètres de profondeur.

La hauteur des glaces flottantes est donc une conséquence de la puissance des glaciers, combinée avec la température et la profondeur de la mer près du rivage. Sur les côtes du Spitzberg, baignées par les eaux tièdes du *Gulfstream*, les glaces flottantes sont peu élevées, parce que les glaciers sont fondus à leur base dès qu'ils dépassent le rivage. Dans la baie de Baffin [4], où le *Gulfstream* ne pénètre pas, la tem-

[1] *A voyage of discovery in H.-M. ships Isabella and Alexander for the purpose of exploring Baffins bay*, p. 141. · · 1819.

[2] Voy. *ibid.*, planche XLVI, XLVII, LVIII et CXLI.

[3] *Ibid.*, p. 58 et 136.

[4] Voy. le paragraphe sur les glaciers et les glaces flottantes de la baie de Baffin, dans les Observations sur les glaciers du Spitzberg, *Géographie physique*, t. I, p. 182, et *Bibliothèque universelle de Genève*, 2e série, t. XXVIII, p. 165. — 1840.

pérature de la surface de l'eau est presque toujours au-dessous de zéro, et les glaciers s'avancent dans la mer en glissant sur son fond, et sans être diminués à leur base.

On serait tenté de croire, au premier abord, que toute vie végétale et animale doit être éteinte dans les eaux si froides qui baignent les glaciers du Spitzberg. Rien de plus erroné : des ours blancs, des dauphins, des phoques, et des milliers d'oiseaux marins, tels que les mouettes, les pétrels, les guillemots, les stercoraires, se meuvent avec rapidité à leur surface ; des millions de clio et de béröe flottent suspendus dans leur sein ; des crustacés et des mollusques vivent au milieu des algues qui bordent le rivage. Quelques poissons se tiennent dans leurs profondeurs, où habitent des oursins et des térébratules. Preuve bien frappante que la vie organique peut encore se maintenir même au milieu des circonstances les plus défavorables à l'accomplissement de ses fonctions.

TABLEAU I.

TEMPÉRATURES DE LA SURFACE DE LA MER A DIFFÉRENTES DISTANCES DE LA CÔTE DU SPITZBERG,

Entre 76° 47′ et 79° 28′ de Lat. N.

JOURS ET HEURES.	DISTANCES à la côte.	TEMPÉRATURES de la surface.	BORDÉES	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.	POINT A MIDI.
		°				
27 juillet.						
Midi.	38[k]	0,0	du large.	NNO.	Couvert.	Latit. 76° 47′ N.
1	44	1,7			Id.	Long. 12 17 E.
2	50	3,3	de terre.		Id.	
3	Id.	1,9			Pluie et neige.	
4	38	0,8			Id.	
5	38	0,5			Id	
6	27	0,3	du large.	N.	Id.	
7	35	0,3				
8	42	1,0				
9	49	2,5				
10	50	3,2				
11	61	4,2				
Minuit.	72	4,5	de terre.		Brume épaisse.	
28 juillet.						
13	66	4,5			Id.	
14	61	4,5			Id.	
15	55	3,5			Id.	
16	50	2,8	du large.			
17	55	3,3				
18	61	3,5		N.-NNO.	Brume et pluie.	
19	68	4,0	de terre.			
20	62	3,5				
21	50	2,1				
22	47	2,1				
23	49	2,5				
Midi.	50	2,2		Calme.	Id.	Latit. 76° 47′ N.
1	Id.	2,2	sans vue.			Long. 10 26 E.
2	Id.	2,2				
3	Id.	2,5				
4	Id.	2,5				
5	55	2,5	du large.			
6	Id.	2,2				
7	Id.	2,2				
8	61	3,3				
9	Id.	3,8				
10	66	4,2	en vue.			
11	72	4,5	Id.			
Minuit.	77	4,5	Id.	N.		
29 juillet.						
13	72	4,0	de terre.			
14	61	3,1				
15	50	2,3			Brume.	
16	47	2,0				
17	42	2,0				

SUITE DU TABLEAU N° I.

JOURS ET HEURES.	DISTANCES à la côte.	TEMPÉRATURES de la surface.	BORDÉES	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.	POINT A MIDI.
18	37	1,8		NNO.		
19	26	1,8				
20	21	1,8				
21	26	2,0	du large.			
22	28	2,0				
23	32	2,0				
Midi.	34	1,8		N.	Brume et pluie fine.	Latit. 77° 25' N. Long. 8 40 E.
1	37	2,3				
2	42	2,3				
3	37	1,9	à terre.			
4	32	2,3				
5	Id.	2,3				
6	28	2,3		NNO.		
7	32	2,3	longeant la côte.			
8	34	2,3	Id.			
9	37	2,5	sans vue.			
10	39	2,7	Id.			
11	42	3,0	Id.			
Minuit.	44	3,0	Id.	O.		
30 juillet.						
13	47	3,0	Id.			
14	49	3,5				
15	52	3,3			Brumeux.	
16	Id.	3,7				
17	Id.	3,7				
18	55	3,5		OSO.		
19	Id.	3,5				
20	Id.	2,9				
21	Id.	2,9			Brume et pluie fine.	
22	Id.	2,9				
23	52	2,9				
Midi.	50	3,5	sans vue.	NO.	Brume.	Latit. 78° 42' N. Long. 4 53 E.
1	61	3,5				
2	72	3,7				
3	83	3,7				
4	94	3,8				
5	83	3,7	de terre.			
6	72	3,7		N.-NNE.		
7	61	2,7	en vue.			
8	50	1,7	Id.			
9	47	1,7	Id.			
10	50	2,1	Id.			
11	Id.	2,3	du large.			
Minuit.	61	2,3	sans vue.			
31 juillet.						
13	72	2,3				
14	83	2,3				
15	72	2,0	à terre.			
16	77	2,0				
17	Id.	2,6				
18	72	2,6		NNO.-N.	Pluie continue.	
19	Id.	2,6				

SUITE DU TABLEAU N° I.

JOURS ET HEURES.	DISTANCES à la côte.	TEMPÉRATURES de la surface.	BORDÉES.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.	POINT A MIDI.
20	61	2,1				
21	50	2,0	en vue.			
22	42	2,0				
23	32	2,0				
Midi.	22	2,2	du large.	NE.	Grains et neige.	Latit. 79° 28′ N. Long. 7 30 E.
1	27	2,2				
2	16	2,2	à terre.			
3	27	2,2	au large.	.....	Id. de brume.	
4	16	1,8	à terre.			
5	5	1,0				
6	2	0,7	.....	NO.-N.	Brume et neige.	

A 7 heures du soir, la corvette mouille dans la baie de la Madeleine.

TABLEAU II.

VÉRIFICATION DU ZÉRO DES THERMOMÉTROGRAPHES

Pendant toute la durée de leur emploi, du 20 juillet au 25 août 1839.

THERMOMÉTROGRAPHES.	DÉTERMINATION du zéro.	DATES 1839.
A....	0° = — 1°, 55	20 juillet.
	— 1, 55	26 juillet.
	— 1, 40	4 août.
	— 1, 40	6 août.
	Cassé le.....	11 août.
B....	0° = — 4, 75	28 juillet.
	— 3, 65	4 août.
	— 3, 65	6 août.
	— 3, 60	12 août.
	— 3, 25	16 août.
	— 3, 00	22 août.
	— 3, 10	25 août.
C....	0° = 3, 00	2 août.
	3, 10	4 août.
	3, 10	6 août.
	3, 20	12 août.
	3, 10	16 août.
	3, 25	22 août.
	3, 20	25 août.
D...	0° = 5°, 10	2 août.
	5, 20	4 août.
	5, 30	6 août.
	5, 35	12 août.
	5, 10	16 août.
	5, 30	22 août.
	5, 35	25 août.
E....	0° = 0, 00	2 août.
	0, 00	3 août.
	0, 10	4 août.
	0, 10	6 août.
	0, 10	16 août.
	0, 10	22 août.

TABLEAU III.

DIFFÉRENCES ENTRE LES EFFETS DE PRESSION SUR LES THERMOMÉTROGRAPHES,

observés ou calculés en admettant un effet de 0°,13 pour 100 mètres.

THERMOMÉTROGRAPHES.	PROFONDEURS EN MÈTRES.	DIFFÉRENCES observées.	DIFFÉRENCES corrigées de la poussée de l'index.	DIFFÉRENCES calculées.	ERREURS.
C	81	0°,96	0°,86	0°,10	0°,76
B	94	0 , 30	0 , 20	0 , 12	0 , 08
E	94	0 , 25	0 , 15	0 , 12	0 , 03
D	98	0 , 40	0 , 30	0 , 13	0 , 17
E	98	0 , 25	0 , 15	0 , 13	0 , 02
B	98	0 , 05	— 0 , 05	0 , 13	— 0 , 18
C	98	— 0 , 05	— 0 , 15	0 , 13	— 0 , 28
D	121	0 , 35	0 , 25	0 , 16	0 , 09
D	121	— 0 , 08	— 0 , 18	0 , 16	— 0 , 34
D	121	0 , 09	— 0 , 01	0 , 16	— 0 , 17
D	162	0 , 74	0 , 64	0 , 21	0 , 43
E	240	0 , 60	0 , 50	0 , 31	0 , 19
A	317	0 , 99	0 , 89	0 , 41	0 , 48
B	390	0 , 06	— 0 , 04	0 , 51	— 0 , 55
C	390	0 , 31	0 , 21	0 , 51	— 0 , 30
E	390	0 , 46	0 , 36	0 , 51	— 0 , 15
B	487	0 , 15	0 , 05	0 , 63	— 0 , 57
E	487	0 , 33	0 , 23	0 , 63	— 0 , 40
C	641	1 , 48	1 , 38	0 , 83	0 , 55
D	641	1 , 63	1 , 53	0 , 83	0 , 70
A	730	1 , 07	0 , 97	0 , 95	0 , 02
A	870	0 , 75	0 , 65	1 , 13	— 0 , 58

TABLEAU

TEMPÉRATURES DE LA MER GLACIALE

Entre 70° 40′ et 79° 32′ lat. N.,

NUMÉROS DES OBSERVATIONS.	DATES.	LATITUDE BORÉALE.	LONGITUDE E. DE PARIS.	DURÉE DE L'IMMERSION.	PROFONDEURS EN MÈTRES.	TEMPÉRATURES EN DEGRÉS CENTIGRADES.		
						THERMOMÈTRES ENTUBÉS.		
						Numéros.	Indications.	Moyennes probables.
1	4 juillet 1839...	70° 40′	21° 16′	»	173	6	3°, 84	3°, 84
2	15 juillet 1839...	70° 40′	21° 15′	1h 28m	195	1	3°, 75	3°, 91
						3	3, 90	
						4	3, 92	
					*119	2	*4, 18	*4, 18
3	22 août 1839....	71° 1′	21° 3′	1h 0m	240	1	3°, 90	3°, 85
						4	3, 51	
						5	4, 13	
					*81	3	*3, 94	3, 94
4	21 août 1839....	72° 29′	17° 34′	1h 17m	390	4	3°, 63	3°, 63
						5	3, 64	
					*162	2	*4, 75	*4, 55
						3	*4, 36	
5	20 juillet 1839...	73° 36′	18° 32′	1h 10m	870	2	0°, 11	0°, 10
						3	0, 080	
						4	0, 085	
						5	0, 12	
6	8 août 1838....	73° 52′	14° 3′	1h 0m	308	4	2°, 54	2°, 42
						5	2, 30	
7	18 juillet 1838...	74° 45′	12° 40′	»	455	5	1°, 60	1°, 45
						6	1, 30	
8	19 août 1839....	74° 52′	10° 37′	1h 5m	487	4	0°, 73	0°, 82
						5	0, 91	
					*121	2	*3, 17	*3, 28
						3	*3, 40	

[1] Les températures marquées d'un astérisque sont intermédiaires entre la surface et le

[2] NOTA. Les thermométrographes, dont les indications sont entre deux parenthèses, lonne, en admettant un effet de pression de 0°, 13 pour 100 mètres, et 0°, 1 pour la

IV.

A DE GRANDES PROFONDEURS,

6° 56′ et 21° 16′ long. E. de Paris.

DEGRÉS CENTÉSIMAUX. THERMOMÉTROGRAPHES. Nus et sans correction.	Garantis ou corrigés de la pression.	Moyennes probables.	TEMPÉRATURE de la surface de la mer.	TEMPÉRATURE DE L'AIR.	OBSERVATEURS.	REMARQUES.
			4°, 7	"	Bravais.	Dans la baie de Hammerfest.
			5°, 0	9°, 0	Martins.	
E 4°, 55 C *4 , 90	(B 3°, 90) (D 4 , 10) E 4 , 14 C*4 , 70	4°, 00	7°, 2	7°, 2	Martins.	Près de la côte de Norvége.
B 3°, 70 C 3 , 95 E 4 , 10 D *5 , 30	B 3°, 09 C 3 , 34 E 3 , 49 D* 4 , 99	3°, 40 *4 , 99	6°, 4	6°, 6	Martins.	Au large, en panne.
A 0°, 85	A —0°, 38		5°, 7	5°, 7	Martins.	Calme.
			5°, 5	1°, 3	Bravais et Martins.	En panne.
			4°, 0	3°, 0	Bravais et Martins.	En panne.
B 0°, 97 E 1 , 15 D* 3 , 20	B 0°, 24 E 0 , 42 D *2 , 95	0°, 42	5°, 1	4°, 4	Martins.	Calme.

fond : les autres indiquent celles du fond.
étaient garantis de la pression. Les indications des autres ont été corrigées dans la 11e co-
poussée de l'index.

SUITE DU

NUMÉROS DES OBSERVATIONS.	DATES.	LATITUDE BORÉALE.	LONGITUDE E. DE PARIS.	DURÉE DE L'IMMERSION.	PROFONDEURS EN MÈTRES.	TEMPÉRATURES EN MINIMA ENTUBÉS.		
						Numéros.	Indications.	Moyennes probables.
9	26 juillet 1839...	75° 55′	6° 56′	1h 8m	730	2 3 4 5	0°, 55 0 , 46 0 , 36 0 , 32	0°, 42
10	25 juillet 1839...	75° 59′	7° 31′	1h 0m	653	3 5	0°, 023 0 , 023	0°, 023
11	18 août 1839....	76° 13′	10° 28′	2h 0m	641	2 3 4 5	0°, 01 0 , 08 0 , 37 0 , 23	0°, 17
12				1h 5m	395 *94	4 5 2 3	0 , 88 0 , 78 *3 , 13 *2 , 67	0°, 83 *2°, 90
13	28 juillet 1839...	76° 57′	11° 9′	1h 0m	317 157*	2 4 5 3	1°, 38 1 , 67 1 , 62 *3 , 05	1°, 56 *3°, 05
14	15 août 1839....	77° 43′	9° 51′	1h 5m	121	2 3 4 5	1°, 20 1 , 70 0 , 93 1 , 39	1°, 30
15	14 août 1839....	78° 41′	7° 19′	0h 58m	98	2 3 4 5	0°, 92 0 , 92 0 , 85 0 , 70	0°, 85
16	13 août 1839....	79° 33′	8° 34′	1h 0m	123.. *65	..... 1 2 3 4 5	..... *1°, 39 *1 , 38 *1 , 48 *1 , 06 *1 , 05	..... *1°, 27

TABLEAU IV.

DEGRÉS CENTÉSIMAUX. THERMOMÉTROGRAPHES. Nus et sans correction.	Garantis ou corrigés de la pression.	Moyennes probables.	TEMPÉRATURE de la surface de la mer.	TEMPÉRATURE DE L'AIR.	OBSERVATEURS.	REMARQUES.
A I°, 49	A 0°, 34	0°, 34	3°, 4	3°, 4	Martins.	Calme.
			3°, 4	3°, 3	Martins.	Calme.
B I°, 65 C I, 80 D I, 65 E I, 65	(B I°, 55) C 0, 87 D 0, 72 (E I, 55) C 0, 90 D 0, 95	0°, 79 0°, 92	4°, 7	4°, 6	Martins.	Calme. Suif non sali.
B *3°, 20 E *3, 15	B *2, 98 E *2, 93	*2°, 95				
A 2°, 45 B *4, 40	A 1°, 94 B *4, 10	1°, 94	3°, 2	3°, 0	Martins.	Sur les côtes du Spitzberg.
D I°, 65	(C I°, 20) (E I, 25)	I°, 23	2°, 5	2°, 2	Martins.	Calme.
D I°, 25 E I, 10	(B 0°, 80) (C 0, 70) D I, 03 E 0, 88	0°, 85	1°, 5	2°, 4	Martins.	En panne.
B I°, 60 C I, 10 D I, 55 E I, 55	B I°, 34 C 0, 84 D I, 29 E I, 29	I°, 19	2°, 1	3°, 3	Martins.	Près de l'entrée de Magdelena-Bay.

TABLEAU V.

SONDES THERMOMÉTRIQUES FAITES DANS LA MER GLACIALE, PAR W. SCORESBY ET ED. PARRY.

NUMÉROS des expériences.	DATES des expériences.	LATITUDE BORÉALE.	LONGITUDE DE PARIS.	PROFONDEURS en mètres.	TEMPÉRATURES CENTÉSIMALES sans correction.	corrigées de la pression.	de la surface.	décroissant. ou croissantes.	de l'air.	OBSERVATIONS.
		° ′	°		°	°	°		°	
1	6 août 1822.	72 7′	21 31′O.	213	— 1,7	— 2,0	1,1	D	5,5	Scoresby.
2	19 avril 1810.	76 16	6 40 E.	90	— 0,2	»	— 1,8	C	—11,1	Navire assiégé par les glaces.
3				221	1,0	»	— 1,8	C	—11,1	
4				414	0,8	»	— 1,8	C	—11,1	
5	23 avril 1810.	76 16	8 30	36	— 2,2	»	— 2,0	D	— 8,9	Navire pris dans les glaces.
6				90	— 2,0	»	— 2,0		— 8,9	
7				221	— 1,1	»	— 2,0	C	— 8,9	
8	23 avril 1811.	76 34	7 40	36	— 0,6	»	— 1,1	C	— 3,9	
9				72	1,7	»	— 1,1	C	— 3,9	
10				108	1,1	»	— 1,1	C	— 3,9	
11				180	1,5	»	— 1,1	C	— 3,9	
12	1 mai 1811..	77 15	5 50	36	— 1,5	— 1,5	— 1,5		— 8,9	
13				72	— 1,5	— 1,6	— 1,5	D	— 8,9	
14				108	— 1,1	— 1,2	— 1,5	C	— 8,9	
15				180	— 1,1	— 1,3	— 1,5	C	— 8,9	
16	20 mai 1813..	77 40	0 10	90	— 1,5	— 1,6	— 1,7	C	— 1,1	Navire entouré de glaces flottantes.
17				198	— 0,6	— 0,8	— 1,7	C	— 1,1	
18	7 juin 1817.	78 2	2 30 O.	1370	3,3	1,5	0,0	C	2,2	Près des glaces flottantes.
19	20 mai 1816..	79 0	3 20 E.	23	— 0,6	— 0,6	— 1,7	C	1,1	Amarré à une glace flottante.
20				67	1,0	0,9	— 1,7	C	1,1	
21				103	1,4	1,3	— 1,7	C	1,1	
22				180	2,2	2,0	— 1,7	C	1,1	
23				720	2,2	1,2	— 1,7	C	1,1	
24	21 mai 1816..	79 4	3 18	1314	2,8	1,1	— 1,7	C	3,3	Au milieu des glaces flottantes.
25	4 juin 1827.	79 49	13 51	132	— 1,6	— 1,8	— 1,1	D	1,7	Parry. Navire pris dans les glaces.
26				131	— 1,6	— 1,8	— 1,1	D	3,3	
27	5 juin 1827.	79 49	12 07	128	— 1,7	— 1,9	— 1,0	D	3,9	
28				127	— 1,5	— 1,7	— 1,4	D	3,9	
29				131	— 1,4	— 1,6	— 0,6	D	5,6	
30				136	— 1,3	— 1,5	— 0,8	D	6,1	
31				138	— 1,3	— 1,5	— 0,6	D	6,1	
32				141	— 1,3	— 1,5	— 0,6	D	6,7	
33				152	— 1,4	— 1,6	— 1,1	D	6,1	
34				148	— 1,1	— 1,3	— 0,6	D	6,1	
35				148	— 1,8	— 2,0	— 1,1	D	5,0	
36	6 juin 1827.	79 49	13 2	151	— 1,1	— 1,3	— 1,1	D	2,8	
37				135	— 1,4	— 1,6	— 0,8	D	3,3	
38				122	— 1,3	— 1,5	— 0,8	D	3,1	
39				122	— 1,3	— 1,5	— 0,8	D	3,3	

SUITE DU TABLEAU V.

NUMÉROS des expériences.	DATES des expériences.	LATITUDE BORÉALE.	LONGITUDE E. DE PARIS.	PROFONDEUR en mètres.	TEMPÉRATURES CENTÉSIMALES. sans correction.	corrigées de la pression.	de la surface.	décroissant. ou croissantes.	de l'air.	OBSERVATIONS.
					°	°	°		°	
40				122	— 1,1	— 1,3	— 0,8	D	3,9	
41				122	— 1,7	— 1,9	— 1,0	D	3,9	
42				122	— 1,1	— 1,3	— 0,6	D	3,9	
43				125	— 1,3	— 1,5	0,0	D	5,0	
44				139	— 1,6	— 1,8	— 0,6	D	5,6	
45				122	— 1,4	— 1,6	— 1,3	D	5,0	
46				130	— 1,1	— 1,3	— 1,1	D	3,3	
47	7 juin 1827.	79° 50′	15° 10	137	— 1,4	— 1,5	— 0,6	D	4,4	Parry. Navire pris dans les glaces.
48				115	— 1,7	— 1,8	— 0,3	D	5,0	
49				98	— 1,1	— 1,2	— 0,8	D	4,7	
50				105	— 1,3	— 1,4	— 0,6	D	3,9	
51				122	— 1,1	— 1,2	— 0,3	D	5,6	
52				102	— 1,1	— 1,2	0,0	D	5,6	
53				102	— 1,7	— 1,8	— 0,3	D	5,0	
54				96	— 1,7	— 1,8	— 0,6	D	5,0	
55				94	— 1,7	— 1,8	— 1,1	D	4,4	
56				95	— 1,1	— 1,2	0,6	D	2,8	
57				96	— 1,4	— 1,6	— 0,3	D	3,9	
58				94	— 1,7	— 1,8	— 0,3	D	3,3	
59	8 juin 1827.	79 50	13 10′	94	— 1,7	— 1,8	0,0	D	4,4	
60				86	— 1,8	— 1,9	— 1,1	D	5,6	
61				97	— 1,6	— 1,7	— 0,3	D	4,4	
62	19 mai 1827..	79 55	11 26	111	— 1,7	— 1,8	— 1,9	C	—10,6	
63				127	— 2,2	— 2,3	— 2,2	D	—10,0	
64	18 mai 1827..	79 56	11 19	119	— 1,1	— 1,2	— 2,2	C	— 5,6	
65				128	— 1,9	— 2,0	— 2,2	C	— 9,4	
66	7 juin 1816.	80 0	2 40	216	2,4	2,1	— 1,3	C	4,4	Scoresby. Navire assiégé par les glaces.
67	16 mai 1827..	80 1	10 45	182	— 1,1	— 1,3	— 2,2	C	— 8,3	Parry. Pris dans les glaces.
68				169	— 1,4	— 1,6	— 1,8	C	— 7,8	
69				171	— 1,9	— 2,1	— 1,9	D	— 7,5	
70	15 mai 1827..	80 4	10 19	207	0,0	— 0,2	— 1,4	C	5,0	Navire entouré de glaces.
71	14 juin 1827.	80 47	16 2	171	— 1,3	— 1,5	— 0,6	D	— 3,3	Nombreuses glaces flottantes.
72	15 juin 1827.	80 49	16 47	148	— 1,9	— 2,1	— 1,7	D	— 3,3	Id.
73				133	— 1,7	— 1,9	— 1,1	D	— 2,8	
74	5 juillet 1827.	81 45	22 3	720	— 1,1	— 2,0	0,3	D	1,1	Sur la Banquise.

TABLEAU

TEMPÉRATURES DE LA MER, OBSERVÉES DANS LE VOISINAGE

Lat. N. 79° 34′

NUMÉROS des observations.	DATES. 1839.	DURÉE de l'immersion.	PROFONDEUR EN MÈTRES.	TEMPÉRATURES EN		
				MINIMA ENTUBÉS.	MOYENNES probables.	THERMOMÉTROGRAPHES DUS.
1	1er août. 6h 30m S.	0h 40m	73	1, 2, 3, 4 entièrement déversés.		B — 1°, 10
2	10h 0m S.	1h 40m	24	3 1°, 05 4 1, 81 5 0, 93	0°, 99	A 0°, 65
3	2 août. 4h 0m S.	1h 0m	36	2 0°, 88 3 0, 81 4 0, 79 5 0, 89	0°, 84	A 0°, 90 B 1, 06
4	7h 30m S.	0h 51m	23	1 0°, 69 3 0, 63 4 0, 60 5 0, 53	0°, 61	A 0°, 70 B 0, 85
5	9h 30m S.	0h 45m	86	2, 3, 4, 5 entièrement déversés.		A — 1°, 70 B — 1, 20
6	4 août. 3h 30m S.	1h 0m 1h 10m	*36 118	1 *0°, 36 2 *0, 28 5 *0, 09 3, 4 entièrement déversés.	*0°, 24	C *1°, 40 D —*0, 40 A — 1, 55 B — 1, 55 E — 1, 35
7	5h 30m S.	0h 50m 1h 5m	*24 110	2 *0°, 41 5 *0, 41 3, 4 entièrement déversés.	*0°, 41	C *0°, 22 D *0, 27 A — 1, 65 E — 1, 70

Les températures marquées d'un astérisque sont intermédiaires entre la surface et le
La 8e colonne contient les indications des thermométrographes corrigés de la poussée

VI.

DES GLACIERS DE MAGDALENA-BAY (SPITZBERG).

Long. E. 8° 49'

DEGRÉS CENTÉSIMAUX.				MARÉE.	ÉTAT DES GLACES FLOTTANTES.
THERMOM. corrigés de la pression et de l'index.	MOYENNES.	SURFACE de la mer.	AIR.		
— 1°, 29	— 1°, 29	0°, 7	1°, 0	montante.	Au milieu des glaces flottantes.
0°, 52	0°, 52	0°, 2	0°, 9	descendante.	A bord de la corvette. Quelques glaces à tribord.
0°, 75 0 , 93	0°, 84	0°, 6	3°, 6	montante.	Point de glaces.
0°, 57 0 , 72	0°, 64	0°, 4	»	haute mer.	Point de glaces.
— 1°, 91 — 1 , 41	— 1°, 66	0°, 1	»	descendante.	Quelques glaces flottantes.
*1°, 26 —*0 , 40 — 1 , 80 — 1 , 80 — 1 , 60	*0°, 35 — 1°, 73	0°, 2	3°, 5	basse mer.	Point de glaces flottantes dans le voisinage.
*0 , 25 — 1 , 89 — 1 , 94	*0°, 25 — 1°, 91	0°, 7	3°, 7	montante.	Quelques glaces flottantes, distantes de 300 mètres environ.

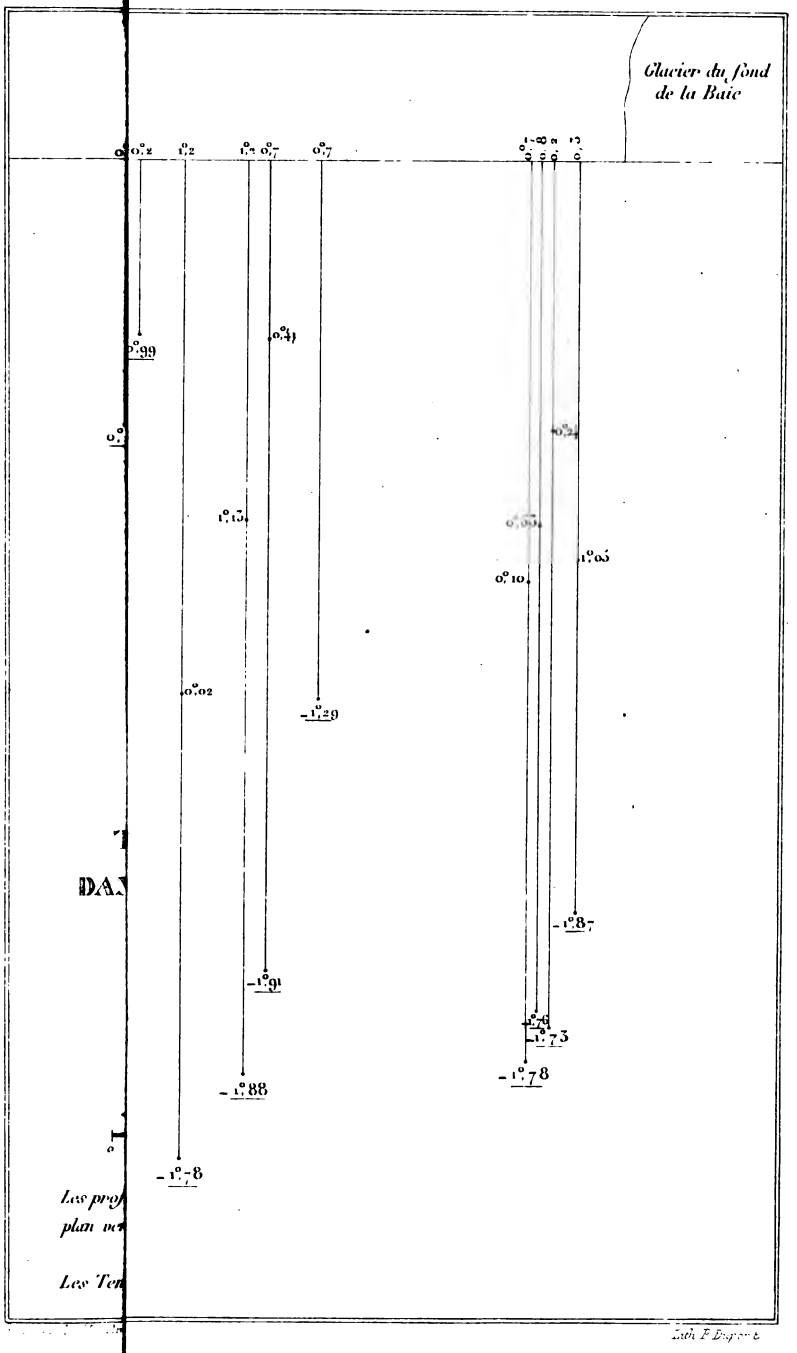
fond de la mer.
de l'index 0°, 1 et de la pression 0°, 13 pour 100 mètres d'eau.

SUITE DU

NUMÉROS des observations.	DATES 1839.	DURÉE de l'immersion.	PROFONDEUR EN MÈTRES.	TEMPÉRATURES EN		
				MINIMA ENTUBÉS.	MOYENNES probables.	THERMOMÉTROGRAPHES. nus.
8	6 août. 9h S.	Ih 22m	*57 123	2 *0°, 14 3 *0 , 04 4 *0 , 12	*0°, 10	A — I°, 50 C — I , 50 D — I , 55 E — I , 55
9	7 août. 8h S.	Ih 10m Ih 20m	*49 115	I *0°, 38 3 *0 , 65 4 *0 , 54 5 *0 , 56	*0°, 53	A — I°, 55 C — I , 50 D — I , 50 E — I , 50
10	10h S.	Ih 0m Ih 0m	*71 136	2, 3, 5 entièrement déversés. 4 *0, 02		A — I°, 45 C — I , 65 D — I , 40 E — I , 50
11	8 août. 4h S.	0h 55m	*49 102	I *I°, 20 2 *0 , 83 3 *I , 16 4 *0 , 86 5 *I , 21	*1°, 05	A — I°, 60 C — I , 70 D — I , 60 E — I , 65
12	6h S. 6h S.	Ih 5m Ih 2m	*49 125	2 *I°, 05 3 *I , 24 4 *I , 05 5 *I , 18	*1°, 13	A — I°, 60 C — I , 65 D — I , 55 E — I , 70

TABLEAU VI.

DEGRÉS CENTÉSIMAUX.				MARÉE.	ÉTAT DES GLACES FLOTTANTES.
THERMOM. corrigés de la pression et de l'index.	MOYENNES.	SURFACE de la mer.	AIR.		
— 1°, 76 — 1 , 76 — 1 , 81 — 1 , 81	— 1°, 78	0°, 7	6°, 9	montante.	Il y a quelques petits fragments, mais point de grosses masses flottantes sur toute la baie.
— 1°, 80 — 1 , 75 — 1 , 75 — 1 , 75	— 1°, 76	0°, 8	2°, 7	montante.	Quelques petits fragments près du canot : une masse énorme à 1000 mètres de distance environ.
— 1°, 73 — 1 , 93 — 1 , 68 — 1 , 78	— 1°, 78	1°, 2	1°, 7	montante.	Une masse énorme à 900 mètres de distance environ; d'autres échouées à l'entrée de la baie.
— 1°, 83 — 1 , 93 — 1 , 83 — 1 , 88	— 1°, 87	0°, 3	2°, 7	descendante.	Dans le voisinage d'une énorme glace flottante ; d'autres sont à l'entrée de la baie.
— 1°, 86 — 1 , 91 — 1 , 81 — 1 , 96	— 1°, 88	1°, 2	0°, 7	descendante.	Point de glaces près du canot. Sept grosses masses sont entre le canot et le large, à 1800 mètres de distance.


Glacier du fond de la Baie
0°2
1°2
0°7
0°7
0°99
0°4
0°
1°13
0°02
-1°29
-1°91
-1°88
-1°8
0°24
1°03
0°10
-1°87
-1°73
-1°78
DA
Les prof
plan ve
Les Ter

HW 2KHN A